

.....
Programme-cadre

Sciences

Cycles intermédiaire
et supérieur

1987

6^e partie

Sciences

11^e et 12^e année,
niveau fondamental

OHEC
373.19
09713
059DE/C-
S
French
1987
Pt.6

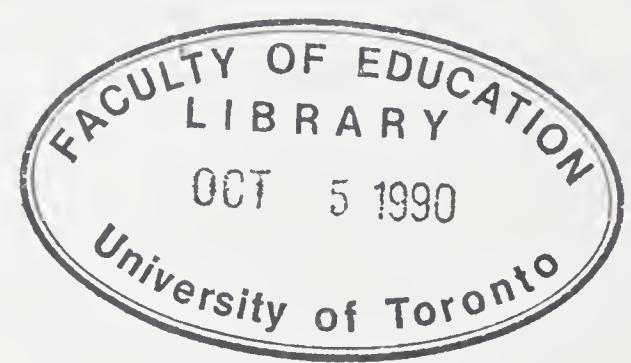


Table des matières

Introduction	3
Parties composant le programme-cadre	3
Caractéristiques communes à tous les cours du programme de sciences	3
Continuité des cours du programme de sciences	5
Crédits obligatoires au niveau fondamental	5
Intégration des buts et du contenu	5
Activités des élèves	6
Sécurité	6
Questions épineuses et controversées	6
Unités élaborées à l'échelon local	6
Évaluation du rendement des élèves	6
Renvois	6
 Particularités des cours de sciences de 11 ^e et de 12 ^e année, niveau fondamental	7
Unités d'étude et nombre d'heures allouées à chacune	7
Objectifs du programme de sciences de niveau fondamental	7
Élaboration des cours à l'échelon local	8
Objectifs généraux des cours de sciences de niveau fondamental	8
Évaluation du rendement des élèves	9
 Sciences, 11^e année, niveau fondamental (SNC3F)	11
Unité obligatoire :	
La chimie et les consommateurs	12
Unités facultatives :	
1. La chimie appliquée	15
2. La criminalistique	19
3. La vie en plein air	22
4. La métallurgie	25
5. La microbiologie	28
6. Unités élaborées à l'échelon local	31
 Sciences, 12^e année, niveau fondamental (SNC4F)	33
Unité obligatoire :	
L'utilisation rationnelle de l'énergie	34
Unités facultatives :	
1. La physique au travail	37
2. Les sons	40
3. L'hérédité	43
4. Un monde en évolution	46
5. La photographie	48
6. Unités élaborées à l'échelon local	51
 Annexes	53
A. Codes des cours de sciences	54
B. Table des matières de la 1 ^{re} partie du programme-cadre ..	55



Introduction

Parties composant le programme-cadre

Le présent document constitue la sixième partie d'un programme-cadre composé de quinze parties définissant le programme de sciences des cycles intermédiaire et supérieur des écoles de l'Ontario et décrivant les cours de sciences qui peuvent être offerts (voir la liste des codes de cours à l'annexe A).

La lecture et la mise en œuvre de la présente partie doivent se faire conjointement avec celles de la 1^{re} partie, qui s'intitule *Politique générale du programme de sciences*. Lorsqu'ils donneront les cours de sciences décrits dans le présent document, les enseignants devront tenir compte des nombreux éléments présentés dans la 1^{re} partie. Celle-ci les aidera à interpréter les intentions et les attentes globales du ministère de l'Éducation en ce qui a trait au programme de sciences. L'annexe B, qui se trouve à la fin du présent document, donne la table des matières de la 1^{re} partie, ce qui permettra aux lecteurs d'avoir rapidement accès à la liste des chapitres et des sujets dont elle se compose.

Le programme provincial de sciences des cycles intermédiaire et supérieur se compose des cours décrits dans les parties 2 à 15; ces cours ont été élaborés conformément à la ligne de conduite et à la politique exposées dans la 1^{re} partie. Le programme-cadre de sciences se compose des quinze parties suivantes :

- 1^{re} partie : Politique générale du programme de sciences
- 2^e partie : Sciences, 7^e et 8^e année
- 3^e partie : Sciences, 9^e et 10^e année, niveau général
- 4^e partie : Sciences, 9^e et 10^e année, niveau avancé
- 5^e partie : Sciences, 9^e et 10^e année, niveau fondamental
- 6^e partie : Sciences, 11^e et 12^e année, niveau fondamental

- 7^e partie : Sciences de l'environnement, 10^e, 11^e et 12^e année, niveau général
- 8^e partie : Sciences de l'environnement, 10^e et 12^e année, niveau avancé
- 9^e partie : Biologie appliquée et Chimie appliquée, 11^e année, niveau général
- 10^e partie : Physique appliquée et Sciences de la technologie, 12^e année, niveau général
- 11^e partie : Géologie, 12^e année, niveaux général et avancé
- 12^e partie : Biologie, 11^e année, niveau avancé, et CPO
- 13^e partie : Chimie, 11^e année, niveau avancé, et CPO
- 14^e partie : Physique, 12^e année, niveau avancé, et CPO
- 15^e partie : Les sciences dans la société, CPO

Le tableau de la page suivante présente les 28 cours de sciences qui pourront être offerts de la 7^e à la 12^e année et dans le cadre des CPO.

Caractéristiques communes à tous les cours du programme de sciences

La 1^{re} partie du présent programme-cadre renferme un grand nombre d'éléments dont on devra tenir compte au moment de la préparation du programme de sciences des cycles intermédiaire et supérieur. Ces éléments sont trop nombreux pour que l'on puisse les décrire à nouveau dans chaque partie (2 à 15), mais en voici quelques-uns à titre d'exemple :

- renseignements sur les crédits de sciences exigés pour l'obtention du diplôme d'études secondaires de l'Ontario;
- liste des cours de sciences que les élèves doivent suivre avant de pouvoir s'inscrire à d'autres cours de sciences;
- politique relative aux travaux de laboratoire obligatoires;
- liste des buts du programme de sciences et façons de les intégrer au contenu scientifique;
- politique relative au nombre d'heures allouées à chaque unité et à l'ordre d'enseignement des unités obligatoires et facultatives;
- directives concernant les unités élaborées à l'échelon local;
- suggestions touchant les meilleures voies à suivre par les élèves dans le programme de sciences au palier secondaire;
- recommandations touchant les élèves en difficulté, l'enseignement individualisé, la préparation à la vie, l'orientation professionnelle, le rôle et l'évaluation du français dans les cours de sciences, le rôle des filles et des garçons dans le domaine des sciences;
- recommandations sur la façon de présenter et de traiter les questions épineuses et controversées;
- suggestions précises sur les ressources mises à la disposition des professeurs de sciences;
- suggestions sur les divers modes d'enseignement des cours de sciences, y compris l'éducation coopérative;

Cours autorisés par le programme-cadre de sciences, cycles intermédiaire et supérieur

7 ^e année		Sciences	
8 ^e année		Sciences	
9 ^e année	Niveau fondamental Sciences (SNC1F)	Niveau général Sciences (SNC1G)	Niveau avancé Sciences (SNC1A)
10 ^e année	Sciences (SNC2F)	Sciences (SNC2G) Sciences de l'environnement (SEN2G)	Sciences (SNC2A) Sciences de l'environnement (SEN2A)
11 ^e année	Sciences (SNC3F)	Biologie appliquée (SBA3G) Chimie appliquée (SCA3G) Sciences de l'environnement (SEN3G)	Biologie (SBI3A) Chimie (SCH3A)
12 ^e année	Sciences (SNC4F)	Sciences de l'environnement (SEN4G) Géologie (SGE4G) Physique appliquée (SPA4G) Sciences de la technologie (STE4G)	Sciences de l'environnement (SEN4A) Géologie (SGE4A)* Physique (SPH4A)
CPO		Biologie (SBI0A) <i>Préalable</i> – Biologie (SBI3A) Chimie (SCH0A) <i>Préalable</i> – Chimie (SCH3A) Physique (SPH0A) <i>Préalable</i> – Physique (SPH4A) Les sciences dans la société (SSO0A) <i>Préalable</i> – Un cours parmi : Biologie (SBI3A) Chimie (SCH3A) Sciences de l'environnement (SEN4A) Géologie (SGE4A)* Physique (SPH4A)	

*Le cours de géologie de 12^e année de niveau avancé décrit dans ce programme-cadre (voir la 11^e partie) peut être enseigné dans le cadre du programme des cours d'un département de géographie sous le titre Géologie (GGE4A)–prière de noter le changement du code de cours. Dans ce cas, le cours Géologie (SGE4A) ou Géologie (GGE4A) peut servir de préalable au cours Les sciences dans la société (SSO0A).

- rôle prépondérant des mesures et des unités SI dans les cours de sciences;
- précisions concernant le traitement des symboles et des chiffres significatifs et la résolution des problèmes mathématiques;
- recommandations sur le rôle de la calculatrice et de l'ordinateur dans les cours de sciences;
- directives spécifiques concernant la sécurité;
- politique et principes touchant l'évaluation du rendement des élèves;
- politiques relatives au traitement des cours de sciences aux trois niveaux de difficulté;
- suggestions multiples sur la mise en œuvre du programme de sciences.

On ne saurait trop insister sur l'importance, pour les professeurs de sciences, d'intégrer à leur enseignement la politique et les recommandations énoncées dans la 1^{re} partie; les enseignants ne peuvent pas s'en tenir aux seules descriptions de cours fournies dans les parties 2 à 15 du programme-cadre.

Continuité des cours du programme de sciences

Dans les cours du cycle supérieur de niveau fondamental, il y aurait lieu d'avoir davantage recours à la méthode diversifiée utilisée au cycle intermédiaire en intégrant l'unité obligatoire et la plupart des cinq premières unités facultatives de chacun des cours de 11^e et de 12^e année décrits dans le présent document. Les élèves ne doivent donc pas nécessairement obtenir tous leurs crédits de sciences dans une discipline particulière, c'est-à-dire qu'ils n'ont pas à suivre des cours de biologie, de chimie, de physique ou de sciences de l'environnement pendant toute une année ou même deux années.

Il peut cependant être important pour certains élèves inscrits au cycle supérieur, niveau fondamental, d'aborder ces cours selon la méthode dite spécialisée. Dans ce cas, certaines écoles voudront peut-être offrir des cours de sciences de niveau fondamental ouvrant droit à un demi-crédit, chaque cours portant plus particulièrement sur la chimie, la biologie, la physique ou les sciences de l'environnement. Par exemple, en 11^e année, le premier demi-crédit pourrait être obtenu en chimie et le deuxième, en biologie, tandis qu'en 12^e année, le premier demi-crédit pourrait être obtenu en sciences de l'environnement ou en biologie, et le deuxième, en physique. En combinant adroïtement les unités obligatoires, les unités facultatives et celles qui sont élaborées à l'échelon local, il est possible d'arriver à ce résultat.

Le choix des unités facultatives de la 9^e à la 12^e année occupe une grande place dans la préparation du programme de sciences de

niveau fondamental d'une école, surtout si l'on juge souhaitable de retarder d'une année ou deux l'étude de certaines unités facultatives.

Dans les cours de sciences de niveau fondamental de 11^e et de 12^e année, les enseignants devront être attentifs aux aptitudes et aux besoins divers des élèves et modifier leurs cours en conséquence. Parfois, il y aura lieu d'adapter l'unité d'étude aux besoins de certains élèves; dans le cas des élèves dont la formation est insuffisante, des travaux de rattrapage pourront s'avérer nécessaires; enfin, il ne faudra négliger aucun des aspects de chaque unité d'étude dans le cas d'autres élèves.

Crédits obligatoires au niveau fondamental

Le programme des écoles secondaires prévoit deux cours de sciences parmi les sujets obligatoires nécessaires à l'obtention du diplôme d'études secondaires de l'Ontario, et un seul pour le certificat d'éducation. Il est vivement conseillé aux élèves de suivre le cours de 9^e année de niveau fondamental avant celui de 10^e année. Si un ou une élève n'a pas suivi les cours de sciences de 9^e ou de 10^e année et décide par la suite d'incorporer les sciences à son programme, il ou elle pourra suivre un cours de sciences du cycle supérieur de niveau fondamental, même s'il lui reste un cours du cycle intermédiaire à terminer. Cette façon de procéder n'est toutefois pas recommandée.

Il est possible d'offrir des éléments de cours de sciences ouvrant droit à des fractions de crédit et, dans ce cas, l'unité obligatoire de chaque cours doit faire partie de la première fraction de crédit obtenue.

Intégration des buts et du contenu

On recommande aux enseignants de structurer chacun des cours décrits dans le présent document autour d'un but principal du programme scolaire ou d'un ensemble de buts particuliers. Ces buts donnent au programme scolaire une orientation spécifique qui peut se greffer sur le contenu et les méthodes soulignés dans les cours. Il est question de cette approche dans la sous-section 3.4 de la 1^{re} partie du programme-cadre, intitulée «Intégration des buts et du contenu». Le tableau 2, qui se trouve dans cette sous-section, illustre les résultats de cette intégration. Cette façon de procéder mettra en valeur l'élaboration des cours de sciences décrits dans le présent document. Si l'on fait ressortir un but précis en le reprenant tout au long d'un cours ou dans plusieurs unités, celui-ci devient alors le thème dominant ou un thème qui intègre toutes les activités.

Activités des élèves

Chaque unité d'étude comprend une section intitulée «Activités des élèves». Cette section indique les travaux pratiques que les élèves sont *obligés* d'effectuer. S'ils le jugent opportun, les enseignants peuvent les remplacer par d'autres activités *équivalentes*. Les activités que les élèves doivent entreprendre eux-mêmes sont désignées par un astérisque. Si le temps et les circonstances le permettent, les enseignants devraient inciter les élèves à faire les travaux qui ne sont pas marqués d'un astérisque. Ces exercices peuvent toutefois être démontrés par un ou une élève ou par l'enseignant ou l'enseignante, ou expliqués à l'aide d'un manuel, d'un film, d'un programme informatique ou de tout autre matériel didactique. Quoi qu'il en soit, on considérera que les notions et les principes scientifiques, sur lesquels portent les exercices non désignés par un astérisque et dont il est question dans les objectifs de l'unité d'étude, font partie intégrante du cours.

Règle générale, la meilleure façon d'aborder l'enseignement des sciences est de veiller à ce que le contenu du cours découle directement des travaux pratiques effectués par les élèves. On devrait présenter les techniques et méthodes du travail scientifique comme l'élément central de chaque unité d'étude, élément à partir duquel seront développées la matière, les applications et les incidences sociales.

Sécurité

Tous les élèves qui suivent des cours de sciences doivent être sensibilisés à l'importance de la sécurité. Il faut constamment insister sur la prévention des accidents dans toutes les activités des élèves et les démonstrations des enseignants en laboratoire. La section 9 de la 1^{re} partie, «La sécurité», comprend des sous-sections détaillées dont les titres sont les suivants :

- La sécurité dans le laboratoire
- Mesures de sécurité recommandées
- Soins aux animaux pendant les cours de sciences
- Manipulation des plantes : règles de sécurité

La section 6 de chaque unité, «Mesures de sécurité à envisager», rappelle quelques-unes des mesures de sécurité s'appliquant à l'unité en question. Toutefois, on devrait constamment se référer à la section 9 de la 1^{re} partie. Les écoles doivent toujours être vigilantes quand il s'agit de la sécurité, et elles doivent mettre à jour régulièrement leur programme de sensibilisation à la sécurité.

Questions épineuses et controversées

Le programme scolaire décrit dans le présent document fait clairement ressortir les liens existant entre les sciences, la technique et

la société. Les applications et les incidences sociales sont des composantes obligatoires de chaque unité. Par ailleurs, il est question, dans la 1^{re} partie du programme-cadre, de la nécessité d'intégrer l'enseignement des valeurs aux cours de sciences. Cet enseignement provoquera inévitablement des discussions sur certaines questions épineuses et controversées.

Il est important que de telles discussions aient lieu. Elles devraient en général porter sur un point précis et les élèves devraient tous pouvoir exprimer leur opinion. On demande donc aux professeurs de sciences de bien connaître la section 10 de la 1^{re} partie, «Les valeurs et le programme de sciences», et de prêter une attention particulière aux principes qu'il faut observer lorsqu'on traite de questions épineuses dans le programme de sciences. La sous-section 10.2 porte sur ces principes.

Unités élaborées à l'échelon local

On trouve des «Unités élaborées à l'échelon local» parmi les unités facultatives de chacun des cours décrits dans cette 6^e partie. L'objet de ces unités est de permettre aux enseignants qui le désirent d'initier les élèves à un nouveau domaine de la science qui n'est pas décrit dans le programme-cadre, d'étoffer des unités ou des sujets déjà traités en ajoutant de nouveaux travaux, ou d'utiliser le temps alloué à ces unités afin de prolonger la durée des unités obligatoires. (Consulter également la 1^{re} partie à la sous-section 5.5.)

Évaluation du rendement des élèves

La section 5 de chaque unité décrite dans le présent document porte sur certaines composantes qui doivent être incluses dans la note cumulative (examens officiels non compris) au moment de l'évaluation du rendement des élèves. Dans la plupart des unités, on demande aux enseignants d'évaluer les travaux de laboratoire et les comptes rendus d'expériences. Cependant, la façon dont la note sera répartie variera selon les enseignants. Pour bien faire ressortir l'importance des travaux pratiques, au moins 15 pour 100 de la note globale doit porter sur les travaux de laboratoire et les comptes rendus d'expériences.

Renvois

Des renvois entre parenthèses figurent dans la description des unités apparaissant dans le présent document. Ces renvois servent à illustrer quelques-uns des liens qui existent entre les éléments de l'unité.

Particularités des cours de sciences de 11^e et de 12^e année, niveau fondamental

Unités d'étude et nombre d'heures allouées à chacune

Les tableaux suivants donnent une vue d'ensemble des unités d'étude prévues pour les cours de sciences de 11^e et de 12^e année, niveau fondamental, ainsi que du nombre d'heures allouées à chacune.

Sciences, 11^e année, niveau fondamental (SNC3F)

Unités d'étude	Durée
<i>Obligatoire</i>	
La chimie et les consommateurs	30 h
<i>Facultatives</i>	
1. La chimie appliquée	20 h
2. La criminalistique	20 h
3. La vie en plein air	20 h
4. La métallurgie	20 h
5. La microbiologie	20 h
6. Unités élaborées à l'échelon local	20 h
	—
	110 h

Sciences, 12^e année, niveau fondamental (SNC4F)

Unités d'étude	Durée
<i>Obligatoire</i>	
L'utilisation rationnelle de l'énergie	30 h
<i>Facultatives</i>	
1. La physique au travail	20 h
2. Les sons	20 h
3. L'hérédité	20 h
4. Un monde en évolution	20 h
5. La photographie	20 h
6. Unités élaborées à l'échelon local	20 h
	—
	110 h

Objectifs du programme de sciences de niveau fondamental

Les cours de sciences de niveau fondamental doivent répondre aux besoins, aux aptitudes et aux intérêts des élèves d'un milieu scolaire particulier. C'est la raison pour laquelle les élèves doivent bien comprendre les objectifs et la signification de ces cours. Les enseignants veilleront à ce que le contenu des cours et les méthodes utilisées trouvent une application dans la vie des élèves. Ces cours, pratiques et fondés sur l'expérience, devront fournir aux élèves les moyens de réussir.

Les élèves inscrits aux cours de sciences de niveau fondamental seront amenés :

- à se faire une idée positive d'eux-mêmes (confiance en soi, autodiscipline et sentiment de satisfaction du travail accompli, par exemple);
- à acquérir de bonnes habitudes de travail (ne pas perdre de temps, agir avec précision, savoir communiquer avec les autres, être attentifs et pouvoir suivre des directives, par exemple);
- à comprendre les rapports existant entre les questions d'ordre social et les sciences (génie génétique et alcoolisme, par exemple);
- à prendre conscience des problèmes écologiques (précipitations acides, pollution de l'eau et élimination des déchets, par exemple);
- à se rendre compte du rôle des sciences dans leur vie (médecine, chimie appliquée aux produits de consommation, astronomie, combustion et soins d'urgence, par exemple);
- à développer leur capacité de travailler et de communiquer avec leurs camarades de classe.

Le programme de niveau fondamental devrait avoir pour but de permettre aux élèves d'acquérir les attitudes et les aptitudes dont ils auront besoin pour organiser leur vie, réussir dans leur vie professionnelle et assumer leurs responsabilités sociales. Les sciences peuvent servir de médium pour acquérir et renforcer ces attitudes et ces aptitudes.

Élaboration des cours à l'échelon local

Les cours de sciences de niveau fondamental doivent être différents de ceux des niveaux général et avancé. Les élèves qui s'y inscrivent ne possèdent pas tous les mêmes connaissances scientifiques. Le programme doit donc être adapté aux besoins et à l'expérience de chaque élève ou de la classe, tout en étant axé sur les sciences et intellectuellement stimulant. On a tenté de maintenir dans les cours un équilibre raisonnable entre l'orientation souhaitée et la souplesse permise.

Ces cours, comme tous ceux des cycles intermédiaire et supérieur, se composent d'unités d'étude. Les cours de niveau fondamental sont toutefois beaucoup moins rigides et laissent donc une plus grande liberté que les autres. Dans les cours des niveaux général et avancé, tous les objectifs doivent être respectés. Dans les cours de niveau fondamental, par contre, il est possible de choisir les objectifs et certains autres éléments dans la description des cours, en fonction des conditions suivantes :

- Dans chacune des catégories (attitudes, aptitudes et connaissances), il faut garder *au moins la moitié* des objectifs.
- Il faut garder *au moins la moitié* des activités des élèves, y compris celles marquées d'un astérisque.
- Il devrait y avoir un lien entre les objectifs relatifs aux aptitudes et les activités des élèves.
- *Au moins la moitié* des applications et des incidences sociales doivent faire partie du programme.
- Lorsque l'évaluation du rendement des élèves est directement liée à des activités obligatoires, cette évaluation doit être aussi maintenue au programme.
- Les mesures de sécurité sont essentielles.

Il ne faut pas considérer chaque unité d'étude comme un bloc de connaissances rigide, mais plutôt comme un thème que l'on peut adapter avec souplesse, selon les intérêts, les besoins et les aptitudes des élèves. Pour les élèves en difficulté, il faut prévoir les modifications qui s'imposent.

Au moment de l'élaboration globale du programme de sciences de 11^e et de 12^e année de niveau fondamental, on doit choisir les unités facultatives et les unités élaborées à l'échelon local de manière qu'il existe un équilibre entre la biologie, la chimie, la physique et les sciences de l'environnement.

Chaque cours doit comprendre une unité obligatoire à laquelle on consacrera un maximum de 30 heures. Les enseignants doivent également choisir au moins trois unités parmi les cinq premières unités facultatives et consacrer au plus 20 heures à chacune d'elles. Ils peuvent finalement consacrer le temps qu'il leur reste à des unités élaborées à l'échelon local ou à des unités facultatives d'un cours du niveau fondamental précédent et qui n'ont pas été enseignées auparavant à l'école. Il est vivement recommandé qu'un cours ouvrant droit à des crédits complets comprenne au moins cinq unités. Si le temps accordé à chaque unité facultative n'est que de 20 heures, c'est justement pour que l'élève puisse aborder un large éventail d'unités et ne s'ennuie pas.

Objectifs généraux des cours de sciences de niveau fondamental

Lors de l'élaboration du programme de sciences de niveau fondamental, les enseignants et les comités chargés du programme scolaire doivent insister sur les objectifs généraux se rapportant aux attitudes, aux aptitudes et aux connaissances. La présente introduction ne cite pas les objectifs globaux ayant trait aux connaissances, étant donné que des objectifs précis sont énoncés à cet égard dans chaque unité, où l'on trouvera en outre d'autres objectifs touchant les attitudes et les aptitudes. Tous les buts et les objectifs devraient être axés sur les intérêts et les aptitudes des élèves afin d'enrichir leur vie quotidienne et de les préparer à l'avenir.

Les objectifs ayant trait aux attitudes et aux aptitudes ainsi que l'assimilation de la matière étudiée sont des éléments essentiels de chaque unité. On doit donner aux élèves le temps qu'il faut pour acquérir petit à petit des attitudes positives et pour effectuer des activités pratiques. Pour favoriser tout particulièrement l'acquisition de ces attitudes et de ces aptitudes, on devrait choisir et élaborer les sujets à l'intérieur de chaque unité en fonction des besoins et des intérêts que l'on perçoit chez les élèves.

Attitudes. Les élèves seront amenés :

- à accepter des éloges pour un travail bien fait;
- à accepter les critiques formulées dans le but de les aider à apprendre et à mûrir;
- à accepter volontiers les responsabilités qui leur incombent;
- à respecter les droits d'autrui;
- à se soucier des progrès accomplis par leurs camarades et du bien-être de ces derniers;
- à considérer la confiance comme une qualité qui favorise l'amitié;
- à faire preuve de loyauté envers eux-mêmes, leur famille et la société;
- à bien travailler pendant les cours de sciences et à se préparer, avec les autres, à entrer dans la vie professionnelle;

- à reconnaître leurs points forts et leurs points faibles et à tirer parti de leurs capacités;
- à se préoccuper des questions d'ordre écologique;
- à s'interroger sur la vie et la nature;
- à s'intéresser aux liens existant entre les sciences et les techniques.

Aptitudes. Les élèves auront la possibilité d'améliorer leurs aptitudes dans les domaines suivants :

- communiquer, c'est-à-dire écouter, s'exprimer, rédiger, lire et regarder;
- effectuer des opérations mathématiques (additions, soustractions, multiplications, divisions et estimations, par exemple);
- utiliser avec prudence des appareils simples comme des instruments de mesure (mesure linéaire, température, volume, masse), des microscopes, du matériel chauffant et des instruments de dissection simples;
- suivre des directives verbales et écrites;
- suivre des directives dans l'ordre où elles sont données pendant les expériences;
- appliquer des méthodes scientifiques, c'est-à-dire observer, classer, interpréter, déduire, prédire, résumer et estimer;
- noter des données importantes sous forme de notes, de tableaux, de schémas et de graphiques;
- préparer des expériences et en faire le compte rendu;
- ne pas perdre de temps en classe et acquérir une attitude positive envers l'étude;
- prendre des notes et s'en servir comme source de référence;
- utiliser les sources de renseignements comme les bibliothèques, les ordinateurs et les magazines.

Connaissances. Bien que le contenu des cours de sciences joue un rôle important dans l'acquisition des aptitudes et des attitudes, on ne devrait pas lui accorder une place aussi considérable que dans les cours des niveaux général et avancé, d'où la latitude autorisée quant au choix des sujets à l'intérieur de chaque unité. Bien qu'il ne faille pas traiter la matière avec une rigueur excessive, il est néanmoins important pour les élèves suivant des cours de niveau fondamental de se rendre compte qu'ils sont en train de développer leurs capacités intellectuelles et d'acquérir une bonne compréhension des phénomènes scientifiques.

Arriver à bien s'exprimer doit constituer un élément important de l'enseignement des sciences au niveau fondamental. Toutefois, les enseignants pourront aussi être amenés à simplifier le vocabulaire et les expressions scientifiques propres aux objectifs des connaissances afin de les rendre accessibles aux élèves.

La méthode pédagogique appliquée doit tenir compte des besoins particuliers des élèves du niveau fondamental. Les enseignants doivent être conscients des schèmes de comportement propres à l'adolescence et que manifestent chacun et chacune des élèves; ils

doivent faire sentir aux élèves qu'ils sont acceptés, encourager ceux-ci et leur proposer des travaux quotidiens intéressants. Les élèves devraient participer le plus souvent possible à des activités diverses correspondant à leurs différents styles d'apprentissage.

Évaluation du rendement des élèves

Pour qu'un climat propice règne dans la classe, l'évaluation du rendement des élèves doit contribuer à rehausser l'opinion que les élèves se font d'eux-mêmes et à leur donner le sentiment d'avoir accompli quelque chose. À la fin d'une unité, il est important d'évaluer le rendement des élèves en fonction des objectifs atteints, mais il faut également analyser les progrès accomplis par les élèves pendant tout le cours. Il faut également évaluer leurs aptitudes et attitudes personnelles, comme l'esprit de collaboration, l'utilisation judicieuse du temps, les bonnes manières et la capacité de faire des efforts. Le recours fréquent à la rétroaction fera naître chez l'élève un sentiment de réussite et rehaussera l'image qu'il ou elle se fait de lui-même ou d'elle-même, tout en favorisant une attitude positive envers l'enseignant ou l'enseignante, la matière étudiée et le cours.

Voici quelques méthodes pouvant servir à évaluer le rendement des élèves :

- évaluation du rendement de chaque élève en fonction de ce qu'il ou elle a accompli à son propre niveau; ceci peut se faire par l'évaluation des cahiers de notes, des comptes rendus oraux présentés dans le cadre de travaux pratiques, du travail quotidien et des travaux de recherche du trimestre;
- tests avant et après l'étude d'une unité;
- contrats individuels lorsque, dans une même classe, les aptitudes des élèves varient beaucoup;
- notation de la participation d'un ou d'une élève qui, par exemple, apporte ou résume en classe des articles de journaux ou des documents divers qu'il ou elle a trouvés pendant ses heures de loisirs;
- examens et autres évaluations-bilans limités à une portion relativement courte du cours et utilisation d'un large éventail de méthodes d'évaluation.

Pour de plus amples renseignements sur l'évaluation, consulter la section 14 de la 1^{re} partie du programme-cadre.



Sciences, 11^e année, niveau fondamental (SNC3F)

Unité obligatoire

La chimie et les consommateurs

(Jusqu'à 30 heures)

Unités facultatives

La chimie appliquée

La criminalistique

La vie en plein air

La métallurgie

La microbiologie

Unités élaborées à l'échelon local

(Environ 80 heures)

La chimie et les consommateurs

Durée : jusqu'à 30 heures

En mélangeant des ingrédients et en observant les réactions chimiques qui en résultent, les élèves prendront connaissance des principes scientifiques servant au contrôle de la fabrication de bon nombre de produits de consommation courants. On examinera aussi les exigences en matière d'étiquetage et on donnera un aperçu de la mise à l'essai des produits.

Cette unité peut comporter les sujets suivants :

- L'eau dure et l'eau douce
- La fabrication du savon
- Les émulsions et les émulsifiants
- La mise à l'essai des produits de consommation
- L'innocuité des produits

1. Objectifs

Choisir au moins la moitié des objectifs cités dans chacune des catégories suivantes.

Attitudes. Les élèves seront amenés :

- a) à s'intéresser, à titre de consommateurs, au rapport qualité-prix des produits qu'ils achètent (3f, 4a);
- b) à s'entraider lorsqu'ils travaillent en groupe et manipulent des produits chimiques;
- c) à comprendre le rôle de la science et de la technique dans la production de substances d'usage courant (de 3b à 3e);
- d) à s'intéresser aux utilisations que l'on fait des produits de beauté et des aliments traités (3a);

- e) à apprécier à sa juste valeur le rôle des organismes gouvernementaux et des associations pour la protection des consommateurs dans la réglementation des produits mis en marché et dans la diffusion de l'information qui permet aux gens d'effectuer des achats judicieux (3g);
- f) à avoir confiance en leur capacité de compiler et de présenter les résultats de leurs recherches sous forme de compte rendu écrit ou oral (2h).

Aptitudes. Les élèves auront la possibilité d'acquérir des aptitudes grâce auxquelles ils pourront :

- a) manipuler avec soin et précision des instruments de laboratoire comme la balance à triple fléau, le cylindre gradué et la pipette (de 2c à 2f);
- b) faire des observations précises pouvant être présentées sous forme de tableau et de graphique et les communiquer oralement ou par écrit (2e, 2f);
- c) suivre scrupuleusement une série de directives données verbalement ou par écrit;
- d) chauffer et mélanger des ingrédients aqueux et non aqueux (2c);
- e) exercer un contrôle sur des variables pour faciliter les comparaisons (2e).

Connaissances. Les élèves devraient pouvoir :

- a) expliquer pourquoi il est nécessaire d'employer des masses égales ou des volumes égaux lorsqu'on compare le coût de différents produits (2e);
- b) définir les termes *eau dure* et *eau douce* (2a);
- c) expliquer les procédés de fabrication du savon en nommant les réactifs en présence et les produits obtenus (2c);
- d) décrire l'aspect de la mousse de savon et expliquer comment se forme cette mousse (2a);
- e) énumérer les différences qui existent entre les graisses et les huiles;
- f) définir les termes suivants : immiscible, miscible, suspension, émulsion et émulsifiant (2b, 2c);
- g) énoncer les différences qui existent entre une émulsion et une solution (2b);
- h) expliquer la fonction d'additifs comme les agents de conservation, les antioxydants et les stabilisants dans les produits de beauté et les produits alimentaires (2g);
- i) classer des additifs alimentaires courants selon les grandes catégories auxquelles ils appartiennent (2g);
- j) énumérer trois règlements qui s'appliquent à l'étiquetage des produits de beauté et des produits alimentaires au Canada (2h);
- k) citer trois propriétés de protéines utilisées dans la production des aliments (2d).

2. Activités des élèves

Les élèves doivent :

- *a) réaliser une expérience pour comparer de l'eau distillée, de l'eau dure et un échantillon d'eau du robinet pour y déceler la présence de minéraux dissous;
- b) faire des expériences pour illustrer la signification des termes *miscible*, *immiscible*, *émulsion* et *émulsifiant* à l'aide de substances comme l'eau, l'alcool éthylique, l'huile de cuisson et le savon;
- *c) (i) effectuer une expérience illustrant l'utilisation de graisses et d'huiles dans la fabrication du savon; ou (ii) procéder à une expérience pour étudier le mélange de liquides immiscibles et le rôle joué par un émulsifiant dans la préparation des produits de beauté (la crème pour les mains, par exemple) ou des produits alimentaires (la mayonnaise ou la sauce hollandaise, par exemple) (5b, 6e, 6g);
- d) réaliser une expérience pour étudier certaines propriétés des protéines employées dans la préparation de produits tels que le fromage, la colle de caséine, le yogourt et la crème anglaise (6h, 8c);
- e) procéder à une expérience pour séparer les composants de produits similaires (entre autres une soupe aux légumes et au bœuf, une soupe au bœuf consistante, un ragoût de bœuf en conserve et un pâté de bœuf congelé), et comparer les quantités des divers composants et le coût relatif des produits (8a);
- *f) effectuer une série d'expériences destinées à mettre à l'essai des produits de consommation, par exemple : (i) comparer le pH, le pouvoir moussant, l'action émulsionnante sur l'huile de cuisson et la réaction en présence d'eau dure d'un certain nombre de pains de savon ou de shampoings différents; (ii) comparer le pH, le pouvoir nettoyant et la miscibilité avec l'eau et la graisse de plusieurs crèmes de beauté et rédiger ensuite un rapport, qui sera présenté oralement ou par écrit, mettant en parallèle les affirmations des fabricants quant aux produits mis à l'essai. Dans la mesure du possible, les élèves devraient indiquer si, selon les expériences effectuées, les affirmations du fabricant sont raisonnables et si les résultats promis peuvent être obtenus; comparer les coûts des différents produits et classer ces produits selon leur efficacité, leur coût et leur rapport qualité-prix; résumer les résultats sous forme de tableau; faire l'évaluation et la critique des méthodes employées pour mettre les produits à l'essai;
- g) rassembler des étiquettes de produits alimentaires et de produits de beauté et dresser la liste des agents de conservation courants ajoutés à ces produits;
- h) faire un travail de recherche portant sur un domaine relié à la production des aliments ou des produits de beauté (8e, 8f).

3. Applications

- a) Les fabricants procèdent à l'analyse des ingrédients de leurs produits de beauté ou de leurs produits alimentaires dans des laboratoires de contrôle de la qualité afin de s'assurer que les normes établies à cet égard sont respectées.
- b) Les graisses et les huiles sont largement utilisées dans les secteurs de l'alimentation et des produits de beauté.
- c) La glycérine, un sous-produit de la fabrication du savon, est employée dans des explosifs, des antigels, des produits de beauté et des sirops contre la toux.
- d) On utilise des agents émulsifiants pour mélanger et stabiliser des substances immiscibles entrant dans la fabrication des crèmes, des onguents, des sauces, des peintures et des huiles.
- e) On se sert des propriétés des protéines pour obtenir la texture désirée et pour lier des composants (les solides dans les jus de fruits ou de légumes, par exemple).
- f) Il est possible de comparer diverses marques de commerce et de relever les additifs en consultant la liste des ingrédients et les catégories d'aliments figurant sur les étiquettes.
- g) Les analyses effectuées par les organismes gouvernementaux et indépendants sur les ingrédients et l'efficacité d'un produit et sur les allégations publicitaires du fabricant servent à la prévention des fraudes et de la commercialisation de produits de consommation dangereux.

4. Incidences sociales

- a) En évaluant les produits, les organismes gouvernementaux et les associations pour la protection des consommateurs permettent aux acheteurs d'opérer un choix plus judicieux et de réaliser des économies.
- b) En réagissant avec le calcium, le magnésium et le fer présents dans les eaux dures, le savon produit de la mousse. Cette réaction, qui nuit au pouvoir nettoyant du savon, a mené à la création d'un produit de remplacement, le détergent.
- c) Dans les usines chimiques et les stations d'épuration des eaux d'égout, on provoque la rupture des émulsions afin d'isoler les déchets en suspension.
- d) Les normes en matière d'étiquetage constituent une garantie, pour les consommateurs, que les substances reconnues comme nocives ou dont la valeur est douteuse ne sont pas utilisées ou que leur usage est restreint. Grâce à ces normes, on peut savoir si un produit renferme des additifs allergènes.
- e) En utilisant des microbes, on peut fabriquer des protéines à partir du pétrole, ce qui contribue à satisfaire la demande mondiale en protéines.

*Voir la sous-section intitulée «Activités des élèves», page 6.

5. Évaluation du rendement des élèves

Pour cette unité, au moins 50 pour 100 de la note cumulative des élèves doit se fonder sur les cinq composantes suivantes :

- a) l'utilisation de tableaux pour l'enregistrement des données;
- b) la préparation de produits comme de la crème pour les mains, de la mayonnaise ou de la sauce hollandaise;
- c) la manipulation et l'utilisation d'instruments de laboratoire comme la balance à triple fléau, le cylindre gradué et la pipette;
- d) les comptes rendus écrits ou oraux;
- e) la participation active aux travaux pratiques.

6. Mesures de sécurité à envisager

- a) Il faudrait avertir les élèves que certains produits chimiques employés lors des expériences peuvent causer des allergies.
- b) Les récipients en verre et les instruments servant à la préparation de produits de beauté ou d'aliments devraient être réservés à cette seule fin.
- c) Les ingrédients servant à la préparation des aliments et des produits de beauté devraient être d'une qualité qui se prête à cet usage.
- d) Avertir les élèves qu'ils devraient être très prudents lorsqu'ils manipulent de la graisse, de l'huile bouillante ou de la lessive et lorsqu'ils mèlagent des solutions aqueuses et non aqueuses qui ont été chauffées. Ils devraient porter des lunettes de protection pour effectuer ces opérations.
- e) Si l'on emploie de l'alcool pour faciliter la fabrication du savon, il vaudrait mieux utiliser des plaques chauffantes ou des bains-marie.
- f) Les produits de beauté fabriqués par les élèves ne devraient pas être appliqués sur les paupières et les cils ou autour des yeux.
- g) Les élèves devraient être au courant des mesures à prendre lorsqu'ils renversent de la lessive ou toute autre substance caustique.
- h) Le matériel utilisé pour la fabrication du fromage doit être propre. Avertir les élèves que le produit peut s'altérer au cours de la maturation. Les fromages qui sentent mauvais ou semblent gâtés ne devraient pas être retenus.
- i) Il faudrait vérifier le pH des savons et des produits de beauté avant de les utiliser.
- j) Pour de plus amples renseignements, les enseignants consulteront la section 9 de la 1^{re} partie du programme-cadre.

7. Éléments complémentaires

Certains élèves pourraient :

- a) faire des essais sur plusieurs aliments afin d'y déceler la présence d'amidon, de glucose, de graisse ou de protéines, et de déterminer leur teneur en eau et en minéraux;
- b) effectuer une expérience pour étudier la coalescence des corps gras dans la fabrication du beurre;
- c) à l'aide de divers alcalis, huiles ou graisses, fabriquer des savons et comparer leurs propriétés respectives;
- d) étudier la méthode qu'utilisaient les pionniers pour obtenir des alcalis à partir de la cendre de bois; faire la comparaison avec la méthode qui consiste à réduire les aliments en cendres pour déterminer leur teneur en minéraux;
- e) étudier les règlements touchant l'étiquetage des produits de beauté et les types d'additifs qu'ils peuvent renfermer;
- f) réaliser des expériences pour examiner le rôle que jouent, au cours de la cuisson, les protéines présentes dans les blancs d'œufs, le lait, les cartilages et le blé;
- g) concevoir et réaliser une série d'expériences pour comparer les qualités de diverses marques d'un même produit de consommation, notamment les détergents pour le linge, les assouplisseurs de tissus, les dentifrices ou les nettoyeurs à vitre.

8. Quelques méthodes d'enseignement

- a) On peut séparer les composants solides des ragoûts et des pâtes de viande congelés en rinçant ces aliments à l'eau après les avoir placés dans un tamis. Après la séparation, comparer les masses humides de chacun des types de solides.
- b) Les élèves pourront, en étudiant un grand nombre d'emballages de produits alimentaires, reconnaître les additifs les plus intéressants et comprendre que la science joue un rôle dans leur vie quotidienne.
- c) Avant que les élèves ne procèdent à l'expérience prévue à l'activité 2d, on pourrait projeter un film sur les méthodes commerciales de fabrication du fromage.
- d) Même si la réglementation canadienne n'oblige pas les fabricants de produits de beauté à inscrire sur les emballages la liste des ingrédients de leurs produits, certains fabricants le font. Dès le début de l'unité, on devrait inciter les élèves à collectionner des étiquettes et à recueillir des données utiles. Pour les aider à organiser leur travail et pour accroître leur intérêt et leur assurance, on peut leur montrer des exemples de travaux déjà réalisés par d'autres élèves.

- e) Une liste de sujets possibles de travaux de recherche pourrait être fournie aux élèves, et ces derniers pourraient proposer d'autres sujets qui les préoccupent. En discutant de l'intérêt et des difficultés éventuelles que présente chaque sujet, les élèves pourront établir la marche à suivre pour effectuer leur travail de recherche.
- f) On peut inclure dans les travaux de recherche quelques expériences consistant, par exemple, à comparer différents colorants alimentaires employés dans les bonbons au chocolat enrobés de sucre ou à fabriquer un échantillon de rouge à lèvres.
- g) Voici des exemples de sujets ou d'unités complémentaires :

Sujets de cette unité	Sujets ou unités complémentaires
L'eau dure et l'eau douce	Les propriétés de l'eau
La fabrication du savon	La chimie organique
Les émulsions et les émulsifiants	Les détergents Les peintures Les produits laitiers
La mise à l'essai des produits de consommation	Les fibres et les tissus Les matières plastiques
L'innocuité des produits	Les règlements gouvernementaux La conservation des aliments La microbiologie Les produits chimiques dangereux

La chimie appliquée

Durée : environ 20 heures

Cette unité a pour but d'initier les élèves au domaine des produits chimiques synthétiques, de leur origine comme matières premières à leur production et à leur élimination. Les élèves noteront l'influence de la science et de la technique sur ces étapes. Ils seront également sensibilisés à certains des choix que la société doit faire dans la manipulation de diverses matières. Les scientifiques, les technologues et la société doivent collaborer afin de retirer le plus d'avantages possible de l'utilisation des produits chimiques synthétiques et de réduire davantage les problèmes qui en découlent.

Cette unité peut comporter les sujets suivants :

- La fabrication du papier
- La distillation
- Les catalyseurs
- Les produits synthétiques
- Le recyclage

1. Objectifs

Choisir au moins la moitié des objectifs cités dans chacune des catégories suivantes.

Attitudes. Les élèves seront amenés :

- a) à connaître les propriétés des produits chimiques et des matières utilisées en laboratoire;
- b) à s'intéresser aux procédés industriels qui sont mis au point à partir d'expériences de laboratoire réalisées à une petite échelle (3b, 3d);
- c) à reconnaître l'importance économique de l'industrie pétro-chimique pour l'Ontario et le Canada (4c);

- d) à constater que la science et la technique nous fournissent des moyens de transformer les matières premières en produits utiles (3a, 3b, 3d, de 3f à 3h);
- e) à reconnaître les propriétés des combustibles fossiles et des matières premières servant à l'industrie pétrochimique et à comprendre que ces matières sont des ressources non renouvelables (4g);
- f) à manifester un esprit critique face au nombre croissant de produits chimiques synthétiques en usage, produits qui constituent une menace pour la santé, qui peuvent être difficiles à éliminer de façon sécuritaire et dont les effets sur l'environnement sont inconnus (4d, 4f).

Aptitudes. Les élèves auront la possibilité d'acquérir des aptitudes grâce auxquelles ils pourront :

- a) utiliser le matériel de laboratoire pour étudier les propriétés de diverses substances;
- b) manipuler avec précaution les produits chimiques;
- c) suivre scrupuleusement une série de directives données verbalement ou par écrit;
- d) effectuer des observations minutieuses et les communiquer de façon précise, oralement ou par écrit;
- e) discuter de certaines questions et se faire une opinion d'après les faits présentés en classe (2d, 2h).

Connaissances. Les élèves devraient pouvoir :

- a) expliquer de façon simple le processus de fabrication du papier (2a);
- b) définir ou employer correctement les termes suivants : molécule, composé, organique, hydrocarbure;
- c) énumérer trois types de composés organiques et donner un exemple pour chacun;
- d) expliquer de façon simple le processus de distillation (2c);
- e) définir les termes fraction et distillat (2d);
- f) citer trois types de fraction du pétrole brut et indiquer l'emploi que l'on en fait (2d);
- g) définir ou employer correctement le terme *catalyseur* et indiquer deux utilisations courantes des catalyseurs (2e);
- h) définir ou employer correctement les termes suivants et en donner deux exemples : *combustible*, *produit pétrochimique* et *polymère*;
- i) expliquer les termes suivants : synthèse, synthétique, décomposition, biodégradable et recyclage;
- j) citer trois matières qui sont généralement recyclées (2h);
- k) expliquer comment se fait le traitement des ordures ménagères dans leur localité (2h).

2. Activités des élèves

Les élèves doivent :

- *a) fabriquer du papier à partir de coton ou de fibres de lin, de copeaux de bois, de sciure grossière ou de copeaux provenant d'un taille-crayons (6e);
- *b) (i) observer une démonstration du coupage et du pliage d'un tube de verre pour la fabrication d'un appareil de distillation du bois et du résidu liquide; (ii) procéder à la distillation après craquage de quelques éclisses de bois, recueillir le résidu ainsi formé et déterminer le nombre approximatif de composants contenus dans le liquide provenant de la distillation (de 6a à 6d, 6i, 8b);
- c) effectuer une expérience ayant pour but de séparer l'eau et l'isopropanol d'un mélange formé, par exemple, d'eau, d'isopropanol, de sable et de colorant alimentaire (6d, 6g);
- d) étudier les principales fractions produites par la distillation fractionnée du pétrole brut et discuter de leur utilisation dans la production de combustibles et de produits pétrochimiques (6d, 6e, de 6g à 6i, 8c, 8d);
- e) étudier l'action et les caractéristiques d'un catalyseur, par exemple, l'effet produit par l'anhydride de manganèse sur la décomposition du peroxyde d'hydrogène (6e, 8f);
- f) effectuer une expérience illustrant la synthèse d'un polymère comme le Thiokol (de 6e à 6g, 6i, 8d);
- g) comparer les propriétés du caoutchouc naturel à celles du caoutchouc synthétique et résumer les résultats sous forme de tableau (6e, 8h);
- h) examiner un échantillon d'ordures ménagères courantes pour classer les types de déchets et déterminer s'ils peuvent être recyclés, et indiquer ce qu'en font les services sanitaires locaux (8g).

3. Applications

- a) L'industrie papetière revêt une grande importance pour l'économie ontarienne.
- b) La distillation de substances organiques comme le bois et le charbon donne de nombreux dérivés organiques tels que l'éthanol et l'acide acétique, de même que plusieurs autres dérivés qui sont transformés en produits de beauté, en teintures et en médicaments.
- c) De nombreux instruments scientifiques sont fabriqués avec du verre.
- d) Le soufflage du verre ainsi que la création de motifs en vitrail sont des passe-temps qui suscitent beaucoup d'intérêt.

*Voir la sous-section intitulée «Activités des élèves», page 6.

- e) La distillation est utilisée par l'industrie dans la séparation et la purification de substances comme les boissons alcoolisées, les parfums et les huiles comestibles.
- f) L'essence et d'autres combustibles sont des mélanges d'hydrocarbures.
- g) Les matières plastiques, les résines, le caoutchouc synthétique, le noir de carbone et les fibres synthétiques représentent un pourcentage élevé des produits de l'industrie pétrochimique.
- h) Les enzymes sont des catalyseurs qui facilitent les réactions biochimiques.
- i) Les catalyseurs sont utilisés dans un grand nombre de procédés industriels, de la synthèse de l'ammoniaque à la production de l'acide nitrique.

4. Incidences sociales

- a) Les nombreux composés synthétiques qui ont remplacé des produits naturels devenus rares ont modifié le mode de vie des Canadiens.
- b) À cause de la demande constante de produits synthétiques tels que les suppléments alimentaires, les produits de beauté, les engrains chimiques agricoles et les médicaments, on a besoin d'un personnel très qualifié, capable de faire des recherches pour trouver de nouvelles substances.
- c) L'industrie pétrochimique a contribué à la richesse de l'Ontario et à la création d'emplois dans des régions comme celle de Sarnia.
- d) Un grand nombre de produits chimiques organiques peuvent être nocifs pour les humains et pour l'environnement. La société, le monde scientifique et le secteur industriel doivent unir leurs efforts pour limiter les risques et débarrasser l'environnement de tous ces composés dangereux.
- e) On tente de synthétiser des composés actifs présents dans les remèdes naturels utilisés dans les cultures populaires et autochtones.
- f) Plusieurs composés synthétiques comme les polymères et les pesticides ne sont pas biodégradables et causent un problème d'élimination. Nombre d'entre eux finissent par s'accumuler dans la chaîne alimentaire.
- g) Le pétrole brut sert dans une proportion de 80 pour 100 à la production d'énergie. Il faut découvrir d'autres sources d'énergie afin de conserver cette ressource.
- h) Grâce à la mise au point des catalyseurs, on a pu produire des produits chimiques par des réactions qui, autrement, auraient été trop lentes pour être rentables.

5. Évaluation du rendement des élèves

Pour cette unité, au moins 50 pour 100 de la note cumulative des élèves doit se fonder sur les cinq composantes suivantes :

- a) la manipulation et l'utilisation du matériel de laboratoire;
- b) la fabrication de papier à partir de matériaux simples;
- c) la séparation de fractions par distillation;
- d) la participation active aux travaux pratiques et la capacité de suivre les directives, de travailler avec prudence et de mener les travaux à terme;
- e) l'analyse orale ou écrite de la contribution de l'industrie pétrochimique et des dangers qui lui sont associés.

6. Mesures de sécurité à envisager

- a) Avertir les élèves qu'il n'est pas facile de savoir si un objet en verre est brûlant. Les objets brûlants devraient être déposés sur une grille de métal jusqu'à ce qu'ils aient refroidi.
- b) Les extrémités de tous les tubes de verre devraient être poncées.
- c) Lorsqu'on ferme un tube de verre avec un bouchon de caoutchouc, on devrait lubrifier le tube et l'intérieur du bouchon avec du détergent à vaisselle ou de la glycérine. Les élèves devraient porter des gants lorsqu'ils effectuent cette opération.
- d) Avertir les élèves qu'ils devraient retirer l'extrémité du condenseur du distillat refroidi avant d'enlever la source de chaleur qui est sous le ballon, car le distillat pourrait être siphonné et fêler le verre brûlant.
- e) Avertir les élèves que, de par leurs propriétés, les produits chimiques utilisés peuvent présenter des dangers.
- f) Il faut être très prudent en pressant le tube pour faire sortir le Thiokol, car le liquide retenu pourrait gicler. On devrait se servir de pinces.
- g) Les élèves devraient laver leurs mains après avoir manipulé des produits chimiques organiques.
- h) On recommande aux enseignants d'effectuer la démonstration de la distillation de pétrole brut ou de fractions de pétrole en prenant les précautions requises plutôt que de laisser les élèves en faire l'expérience. Ne pas distiller le méthanol.
- i) Les expériences susceptibles de produire des vapeurs toxiques ne devraient être effectuées que si l'on dispose d'une hotte.
- j) Pour de plus amples renseignements, les enseignants consulteront la section 9 de la 1^{re} partie du programme-cadre.

7. Éléments complémentaires

Certains élèves pourraient :

- a) fabriquer d'autres articles en verre comme des compte-gouttes et des tubes capillaires;
- b) faire une démonstration de la distillation fractionnée à la vapeur d'un échantillon de sables bitumineux, d'un clou de girofle ou d'une pelure d'orange afin d'en extraire les huiles essentielles;
- c) indiquer le nombre de produits chimiques synthétiques qui se trouvent dans la classe;
- d) démontrer l'effet catalytique de la cendre de cigarette sur du sucre en combustion ou l'action des enzymes de la salive sur l'amidon;
- e) faire la démonstration de la synthèse du nylon en se servant du «procédé de la corde de nylon»;
- f) comparer des échantillons de divers objets en plastique au moyen de tests mesurant la résistance, la flexibilité, la flottation dans l'eau, la résistance à la chaleur et les caractéristiques de combustion (*attention* : ne pas faire brûler les plastiques à moins de disposer d'une hotte);
- g) visiter un entrepôt de recyclage, une compagnie qui utilise des matériaux recyclés, une usine pétrochimique ou une installation d'élimination des ordures ménagères.

8. Quelques méthodes d'enseignement

- a) On devrait utiliser des modèles, des échantillons et différents documents audio-visuels ou imprimés en complément de chaque activité.
- b) Il serait intéressant de faire une démonstration des techniques de travail du verre.
- c) On pourrait recueillir et combiner les fractions obtenues par les élèves et les utiliser comme spécimens lors de l'étude des procédés industriels utilisés dans la fabrication d'un goudron (par exemple, celui utilisé comme base sur les skis de randonnée en bois), de méthanol, d'acide acétique, d'acétone, de bioxyde de carbone et de méthane.
- d) On peut se procurer des affiches, des brochures et des films auprès des sociétés pétrolières ou pétrochimiques.
- e) On devrait inciter les élèves à indiquer les priorités d'utilisation des ressources pétrolières. Une discussion pourrait porter sur les problèmes d'exportation, d'économie et de marché.
- f) Le rôle des catalyseurs dans l'industrie pétrochimique devrait être mentionné.
- g) Des discussions devraient porter sur les obstacles au recyclage et les problèmes liés à l'enfouissement, à l'incinération et à l'élimination des déchets chimiques.

- h) Les tubes de caoutchouc utilisés en laboratoire constituent une bonne source de caoutchouc naturel et synthétique. Pour l'étude de la détérioration du caoutchouc causée par les rayons ultraviolets, les échantillons doivent être exposés au soleil pendant un mois.
- i) Il existe bon nombre de primeurs scientifiques canadiennes. Par exemple, c'est au Canada que l'acétylène a été produit à une grande échelle pour la première fois. Le kérósène a été mis au point au Canada. Le premier puits de pétrole commercial a été exploité à Oil Springs, en Ontario. On peut étudier d'autres primeurs scientifiques canadiennes et les mettre en rapport avec les applications industrielles de la science, notamment les techniques d'exploitation des sables bitumineux, l'énergie atomique et la recherche spatiale.
- j) Voici des exemples de sujets ou d'unités complémentaires :

Sujets de cette unité	Sujets ou unités complémentaires
La fabrication du papier	Les fibres et les tissus
La distillation	L'industrie de la distillation
Les catalyseurs	Les parfums La lutte contre la pollution La digestion
Les produits synthétiques	Les cosmétiques et les aliments Le beurre et la margarine
Le recyclage	Les programmes communautaires Les ressources

La criminalistique

Durée : environ 20 heures

La criminalistique est la science qui traite de l'application de données scientifiques à des affaires judiciaires. Ces dernières comportent souvent une enquête policière sur un crime présumé. La Couronne charge des scientifiques et des techniciens d'analyser des matières à l'aide des méthodes scientifiques les plus modernes. Ces gens consacrent une grande partie de leur travail à la collecte de données qu'ils utilisent ensuite pour résoudre des problèmes ou trouver une réponse à certaines questions.

Dans la présente unité, on insistera sur l'importance de la collecte de données à l'aide de certaines techniques scientifiques et sur la façon d'utiliser ces données pour répondre à des questions.

Cette unité peut comporter les sujets suivants :

- Un crime hypothétique
- Les empreintes digitales
- L'analyse des fibres
- Les sols
- Les faux
- Les moulages

1. Objectifs

Choisir au moins la moitié des objectifs cités dans chacune des catégories suivantes.

Attitudes. Les élèves seront amenés :

- a) à faire preuve de respect face aux droits et aux responsabilités d'autrui (4a);
- b) à s'entraider et à échanger les données qu'ils recueillent (4b);

- c) à s'intéresser aux nombreuses possibilités d'emploi offertes par cet important secteur de la fonction publique;
- d) à respecter le travail des forces de l'ordre (4b).

Aptitudes. Les élèves auront la possibilité d'acquérir des aptitudes grâce auxquelles ils pourront :

- a) observer des dessins et en différencier les caractéristiques (2b);
- b) résumer un rapport de police (2a);
- c) classer des éléments selon des critères donnés, par exemple, dans le but d'identifier des empreintes digitales (2b);
- d) relever des empreintes digitales sur des surfaces dures et lisses (2b);
- e) suivre les instructions reçues pour les travaux en laboratoire (2a, 2g);
- f) observer des cheveux au microscope (2c);
- g) interpréter les résultats d'observations afin d'identifier un échantillon donné (2c);
- h) prendre les mesures d'une empreinte de pas (2f);
- i) prendre le moulage d'une empreinte de chaussure à l'aide de plâtre (2f);
- j) préparer un exposé visant à démontrer l'innocence ou la culpabilité d'une personne suspecte.

Connaissances. Les élèves devraient pouvoir :

- a) décrire le genre de renseignements que la police recueille au sujet d'un crime (2a);
- b) donner deux caractéristiques des plaques d'immatriculation pouvant contribuer à élucider un crime;
- c) énumérer les principaux critères de classement des empreintes digitales (2b);
- d) décrire la marche à suivre pour relever une empreinte digitale (2b);
- e) décrire les caractéristiques de plusieurs échantillons de cheveux (2c);
- f) décrire trois façons de différencier des échantillons de sol (2d);
- g) décrire les filigranes et les qualités de différentes sortes de papier à lettres (2e);
- h) décrire les caractéristiques de différents spécimens d'écriture (2e);
- i) décrire le genre de renseignements que peut fournir une empreinte de chaussure (2f);
- j) décrire la technique utilisée par la police pour prendre un moulage (2f);
- k) décrire la façon dont on prépare un exposé pour démontrer l'innocence ou la culpabilité d'une personne suspecte.

2. Activités des élèves

Les élèves doivent :

- a) participer à une discussion en classe sur les difficultés que les témoins peuvent éprouver à identifier formellement une personne suspecte ou à se souvenir des circonstances d'un crime (8a);
- *b) relever des empreintes digitales en divers endroits du laboratoire et classer une série d'empreintes par catégories principales (5c, 6a, 6c, 8b);
- c) décrire les caractéristiques d'un cheveu humain observé au microscope (8c);
- *d) à l'aide du matériel de laboratoire, dont un microscope, déterminer les caractéristiques telles que la couleur, la dimension des particules et le pH de divers échantillons de sol et, à partir des données recueillies, formuler une hypothèse au sujet d'un échantillon prélevé sur les chaussures d'une personne suspecte (5d, 8d);
- e) tenter de reconnaître un document falsifié en analysant l'écriture et en procédant à l'analyse chromatographique d'échantillons d'encre (6b, 8e);
- f) prendre le moulage d'une empreinte de chaussure à l'aide de plâtre (6b, 8f);
- g) discuter des raisons qui poussent certaines personnes à commettre des crimes et proposer des moyens de prévenir le crime;
- *h) recueillir des indices sur les lieux d'un crime hypothétique et les analyser afin d'établir l'innocence ou la culpabilité d'une personne suspecte (5b).

3. Applications

- a) La criminalistique découvre fréquemment de nouvelles techniques d'identification de médicaments ou de produits chimiques particuliers.
- b) La criminalistique nous a permis d'approfondir notre connaissance du corps humain.
- c) On a recours à l'analyse des fibres capillaires pour dépister diverses formes de cancer ou des carences alimentaires et déceler la présence de poisons et de concentrations de métaux lourds dans l'organisme.

4. Incidences sociales

- a) Grâce aux progrès techniques, des instruments de plus en plus perfectionnés sont à la disposition des criminels comme de la police.

- b) Pour élucider un crime, il faut faire appel à des techniques qui relèvent de la science : recueillir des données, interpréter des renseignements, formuler des hypothèses et tirer des conclusions. Les jurés à qui l'on présente des preuves au cours d'un procès doivent également connaître ces techniques.

5. Évaluation du rendement des élèves

Pour cette unité, au moins 50 pour 100 de la note cumulative des élèves doit se fonder sur les quatre composantes suivantes :

- a) les rapports d'enquête et les travaux de recherche;
- b) les résumés ou les rapports portant sur un crime présumé;
- c) la capacité de relever une empreinte digitale sur une surface dure et lisse;
- d) la capacité de déterminer le pH d'un échantillon de sol.

6. Mesures de sécurité à envisager

- a) S'assurer que le laboratoire dans lequel on prend des empreintes digitales est bien aéré ou muni d'une hotte si l'on utilise de l'hydroxyde d'ammonium.
- b) Les élèves devraient porter des lunettes et des gants de protection lorsqu'ils manipulent des produits chimiques.
- c) Les élèves ne devraient pas manipuler de cristaux d'iode.
- d) Pour de plus amples renseignements, les enseignants consulteront la section 9 de la 1^{re} partie du programme-cadre.

7. Éléments complémentaires

Certains élèves pourraient :

- a) déterminer si les caractéristiques des cheveux varient selon le sexe et l'âge de la personne, ou selon que les cheveux sont teints, par exemple;
- b) comparer des traces de pneus laissées sur différentes surfaces;
- c) décrire la façon dont les musées prennent les moulages d'os fossilisés;
- d) prendre les empreintes digitales de quelques enseignants de l'école;
- e) déterminer les composantes du sol d'un jardin;
- f) comparer les fibres de différents types de matériaux.

8. Quelques méthodes d'enseignement

- a) On peut aborder la présente unité en présentant aux élèves un crime hypothétique et en discutant du genre de renseignements

*Voir la sous-section intitulée «Activités des élèves», page 6.

briolage d'un laboratoire. Le rapport de police indique que, ce soir-là, un couple qui passait par là a aperçu la personne suspecte dans une voiture immatriculée en Ontario, garée à l'arrière de l'immeuble, peu de temps avant l'effraction. Un billet exigeant une rançon a été trouvé dans le laboratoire. Demander aux élèves s'ils doivent disposer d'autres indices pour trouver le ou la coupable. Inviter les élèves à se renseigner sur la façon dont on utilise les plaques d'immatriculation pour résoudre des affaires criminelles. Les élèves peuvent se rendre sur le terrain de stationnement de l'école pour noter les caractéristiques des plaques d'immatriculation de l'Ontario.

Un délit de fuite à la suite duquel il faut identifier le conducteur ou la conductrice peut également servir d'exemple, ou encore l'identification, dans le but de prévenir la direction de l'école, d'un ou d'une élève en colère qui fait irruption dans le laboratoire et en ressort aussitôt. Cet exemple précis montrera combien il est difficile de reconnaître une personne suspecte et de se souvenir de son signalement lors d'une séance d'identification organisée par la police. On peut également projeter la même image à plusieurs groupes d'élèves et demander à chaque groupe d'énumérer tous les objets qui y figurent.

- b) On dispose de plusieurs techniques pour relever des empreintes digitales. Sur une surface dure, on utilise une poudre spéciale (ou encore du noir de carbone ou de l'amidon), un pinceau et du ruban adhésif transparent. On peut prendre l'empreinte digitale d'un ou d'une élève en lui demandant de poser son doigt sur un tampon encreur, puis sur une feuille blanche. Pour relever des empreintes digitales sur une surface molle, il faut d'abord traiter cette dernière avec une solution concentrée d'hydroxyde d'ammonium (pendant quatre minutes), puis avec des cristaux d'iode. Cette activité devrait être effectuée à titre de démonstration seulement.
- c) Il sera plus facile de présenter les résultats de l'analyse des cheveux sous forme de tableau. L'analyse permet aux élèves de déterminer si le cheveu est teint, d'examiner une coupe transversale pour voir la forme d'un cheveu, de compter le nombre d'écaillles sur une longueur donnée, d'examiner l'aspect et les parties saines du cheveu, et d'observer les différences entre un poil animal et un cheveu humain. Elle révèle également si le cheveu a été arraché ou s'est simplement détaché.
- d) Des échantillons de sol peuvent être prélevés sur les chaussures d'une personne suspecte et sur les lieux du crime à des fins de comparaison. Les élèves peuvent d'abord comparer certaines caractéristiques comme la couleur, l'odeur, la texture, la dimension des particules, l'humidité et la composition, et examiner ensuite les échantillons au microscope. Si le temps le permet, ils peuvent aussi calculer la teneur en eau et le pH du sol.

- e) Une copie de la demande de rançon et une copie du spécimen d'écriture de la personne suspecte peuvent être distribuées aux élèves, et ceux-ci peuvent analyser les deux documents afin de déterminer la qualité et les filigranes du papier, les ressemblances entre les écritures, si l'on a utilisé des machines à écrire identiques, le cas échéant, et si la demande de rançon est révélatrice du *modus operandi* connu de la personne suspecte. Les élèves peuvent également procéder à l'analyse chromatographique des encres.
- f) Des empreintes de pas ont été relevées sur les lieux du crime et doivent être comparées avec le dessin des chaussures de la personne suspecte. On peut demander aux élèves de prendre un moulage d'empreintes de pas dans une zone déterminée du terrain de l'école. Il est également possible de prendre un moulage d'une empreinte laissée dans la neige.
- g) À la fin de l'unité, les élèves peuvent présenter un rapport de police sur le crime et la personne suspecte, et doivent déterminer, d'après les résultats de leur enquête, si cette personne est coupable ou non.
- h) On peut se rendre au poste de police de la localité pour voir comment se déroule une enquête.
- i) L'unité présentera encore plus d'intérêt si les élèves assistent à une audience de la cour provinciale pour observer le déroulement d'une procédure judiciaire.
- j) En collaboration avec l'enseignant-bibliothécaire ou l'enseignante-bibliothécaire, organiser une discussion à propos d'un livre ou la compilation d'une bibliographie portant sur un même sujet (par exemple, des ouvrages concernant des affaires criminelles ou le travail de la police, ou des romans policiers dans lesquels la police élucide l'affaire à l'aide des techniques étudiées par les élèves).
- k) Un ou une dentiste pourrait venir expliquer aux élèves l'usage que l'on fait des dossiers des dentistes en criminalistique.
- l) Voici des exemples de sujets ou d'unités complémentaires :

Sujets de cette unité	Sujets ou unités complémentaires
Un crime hypothétique	Le maintien de l'ordre L'optique Les produits chimiques
Les empreintes digitales	Les fonctions du corps humain
L'analyse des fibres	La botanique Les textiles
Les sols.	La géologie Les roches et les fossiles
Les faux	La chromatographie
Les moulages	L'archéologie

La vie en plein air

Durée : environ 20 heures

De nombreuses personnes se livrent à des activités de plein air telles que la randonnée pédestre et le camping pendant leurs loisirs. Pour bénéficier pleinement de ces activités, les élèves doivent acquérir les connaissances et les capacités appropriées. La présente unité enseignera aux élèves comment préparer une randonnée pédestre ainsi que les règles à suivre lorsqu'on fait du camping. On y étudiera également les techniques de survie en forêt.

Cette unité peut comporter les sujets suivants :

- Le matériel de camping et de randonnée pédestre
- Comment s'orienter
- Comment préparer un campement
- Les conditions météorologiques
- Les signes de vie
- La survie

1. Objectifs

Choisir au moins la moitié des objectifs cités dans chacune des catégories suivantes.

Attitudes. Les élèves seront amenés :

- a) à effectuer leurs travaux dans un climat d'entraide et de confiance mutuelle;
- b) à comprendre la nécessité de bien planifier les activités;
- c) à se préoccuper de la protection de l'environnement (de 4a à 4c);
- d) à prendre conscience de leur aptitude limitée à survivre en milieu naturel (4d).

Aptitudes. Les élèves auront la possibilité d'acquérir des aptitudes grâce auxquelles ils pourront :

- a) faire des observations en mettant leurs cinq sens à contribution et tirer des conclusions;
- b) tracer des diagrammes et des graphiques liés au processus de collecte de données;
- c) faire des prévisions à partir des données compilées;
- d) se servir d'une boussole (2b);
- e) extraire de l'information d'un texte imprimé (2c, 2e);
- f) interpréter les renseignements figurant sur un graphique ou une carte (2b, 2c, 2e);
- g) se servir d'une carte pour tracer un itinéraire à travers une ville ou un pays (2c).

Connaissances. Les élèves devraient pouvoir :

- a) dresser la liste des articles nécessaires pour passer une nuit sous la tente et connaître l'utilité de ces articles (2a);
- b) expliquer comment établir leur position et les itinéraires possibles à l'aide d'une boussole et d'une carte (2b, 2c);
- c) dresser dans l'ordre la liste des choses à faire pour préparer un emplacement de camping pour la nuit et indiquer la façon d'allumer un feu (2a);
- d) interpréter l'information contenue dans un bulletin météorologique quotidien (2e);
- e) énumérer les propriétés d'une bonne matière isolante pour la confection des vêtements de plein air et des sacs de couchage (2d);
- f) décrire l'habitat de divers animaux et énumérer quelques-uns des modes d'adaptation de différents organismes (2f);
- g) citer plusieurs façons d'améliorer leur chance de survivre dans une voiture immobilisée par la neige ou lorsqu'ils se perdent en forêt (2g, 2h).

2. Activités des élèves

Les élèves doivent :

- *a) (i) comparer les formes de divers sacs à dos et discuter des provisions nécessaires pour une excursion de camping; ou (ii) suivre ou décrire une méthode appropriée à l'établissement d'un campement (5b, de 6b à 6d, 8a, 8f);
- b) étudier les façons d'utiliser une boussole et en faire la démonstration, particulièrement pour suivre des indications portées sur une carte (6a, 8c);
- *c) étudier les renseignements figurant sur une carte topographique et, à l'aide des numéros de référence indiqués sur un plan de ville, expliquer le trajet à suivre à partir de l'école pour atteindre une rue inconnue (5c, 8d, 8e);

*Voir la sous-section intitulée «Activités des élèves» page 6.

- d) effectuer une expérience pour comparer les propriétés isolantes de la flanelle, du duvet d'oie et d'une matière isolante synthétique, et classer chaque matière selon son efficacité;
- e) à l'aide de bulletins météorologiques ou en mesurant les données météorologiques recueillies à l'école, faire le relevé du temps sur une ou deux semaines et discuter des moyens grâce auxquels on peut prévoir le temps qu'il fera le lendemain (8g, 8h);
- f) (i) effectuer une étude sur le terrain pour observer certains des animaux et des plantes qui vivent dans une région, en notant dans chaque cas le mode d'adaptation permettant à ces organismes de survivre dans cet habitat; ou (ii) trouver à la bibliothèque des renseignements sur les signes révélant la présence d'animaux dans la forêt et appliquer ces connaissances au cours d'une excursion (8i, 8k, 8l);
- g) étudier certaines des techniques de survie à utiliser s'ils se perdent en forêt ou que leur voiture est bloquée par la neige, et en faire la démonstration (6c, 6d);
- h) effectuer une expérience visant à établir le rapport entre l'épaisseur de la neige et la température interne d'un banc de neige.

3. Applications

- a) L'utilisation de nouveaux matériaux à la fois robustes et légers facilite le camping et la randonnée pédestre.
- b) L'arpentage repose largement sur l'utilisation de la boussole d'arpenteur et de cartes topographiques.
- c) Grâce aux matières isolantes modernes, on a pu améliorer la qualité des vêtements d'hiver.
- d) Des bulletins météorologiques précis sont d'une importance capitale dans le domaine de l'agriculture et des transports.
- e) L'utilisation correcte d'une carte épargne souvent temps et énergie.
- f) Les avions doivent maintenant être munis d'un dispositif de radiorallierement.
- g) Il est important de connaître l'écologie de la neige et les méthodes d'enlèvement et d'élimination des bancs de neige pour garder les routes dégagées en hiver.

4. Incidences sociales

- a) On accorde de plus en plus d'importance aux parcs historiques et aux réserves naturelles afin d'assurer à la population des espaces de plein air de qualité.
- b) Le rôle joué par une espèce comme l'être humain a un effet sur le sort de nombreux autres organismes.
- c) La plupart des incendies de forêt sont d'origine humaine.
- d) Les recherches effectuées pour retrouver un ou une excursioniste représentent une dépense de fonds publics considérable.

5. Évaluation du rendement des élèves

Pour cette unité, au moins 50 pour cent de la note cumulative des élèves doit se fonder sur les trois composantes suivantes :

- a) les observations et les notes sur celles-ci;
- b) l'énumération des mesures à prendre avant de partir en excursion;
- c) l'interprétation de cartes et l'orientation.

6. Mesures de sécurité à envisager

- a) On devrait superviser de près les exercices d'orientation sur le terrain et enseigner aux élèves les mesures à prendre lorsqu'ils se perdent.
- b) Les tentes devraient être montées à une bonne distance du feu de camp.
- c) Il faut s'assurer que l'eau ne présente aucun danger avant de la boire.
- d) On ne devrait pas consommer de végétaux naturels (des champignons sauvages, par exemple) à moins qu'un ou une guide expérimenté(e) n'en donne la permission.

7. Éléments complémentaires

Certains élèves pourraient :

- a) faire une étude de marché sur diverses armatures de tente ou différents sacs de couchage;
- b) faire des recherches sur la façon de naviguer d'après les étoiles;
- c) faire la distinction entre les feuillus et les résineux;
- d) visiter la station météorologique de la localité;
- e) étudier la réglementation régionale en matière de chasse et de pêche;
- f) étudier certaines techniques de survie en hiver;
- g) faire une randonnée pédestre dans la région (dans un parc, par exemple).

8. Quelques méthodes d'enseignement

- a) Inciter les élèves à apporter en classe leur matériel de camping personnel. Les catalogues fournissent un excellent moyen de procéder à des comparaisons du rapport qualité-prix des articles.
- b) Il faudrait insister sur le fait qu'un sac à dos doit être fonctionnel, bien équilibré, léger et adapté au physique de la personne qui le porte. On peut examiner différentes armatures en plaçant

des objets identiques dans divers types de sacs à dos. Il est possible de régler la longueur des courroies aux épaules afin de déterminer la position idéale. Les élèves peuvent remplir un sac de plusieurs manières afin de déterminer le meilleur mode de rangement. Ils peuvent aussi examiner et comparer d'autres articles de camping tels que les sacs de couchage, les tapis de sol, les bottes et les tentes.

- c) On peut fabriquer une boussole et y indiquer les principales positions. Un plan de la classe ou de l'école indiquant l'orientation relevée à l'aide de la boussole peut être dressé. Les enseignants pourraient fournir aux élèves une suite de relèvements et leur demander de les inscrire sur la carte et de les suivre. Montrer l'effet du métal sur le comportement d'une boussole. Il serait intéressant de fabriquer une boussole au moyen d'un bouchon de liège et d'une aiguille aimantée que l'on fait flotter sur l'eau.
- d) En traçant le plan de l'école, les élèves auront l'occasion d'utiliser les symboles et s'exerceront à effectuer des mesures linéaires.
- e) Chercher des points de repère familiers sur une carte de la région. Tracer à l'échelle un plan de la classe ou du terrain de l'école en indiquant les objets familiers au moyen de symboles. Cacher un objet quelque part dans l'école et le chercher à l'aide du plan et d'une boussole. Concevoir un exercice d'orientation sur le terrain à proximité de l'école.
- f) Les élèves peuvent examiner deux diagrammes montrant chacun un emplacement de camping, l'un bien conçu, l'autre mal aménagé. On peut analyser en laboratoire l'inflammabilité des tissus servant à la fabrication des tentes. Les élèves peuvent étudier la capacité d'inflammation de morceaux de bois de différentes grosseurs.
- g) Les élèves pourraient examiner divers instruments météorologiques et en fabriquer pour la classe, par exemple, un psychromètre, un baromètre, un anémomètre et un manche à air. Les conditions atmosphériques réelles peuvent être comparées à celles prévues dans un bulletin météorologique. Préparer chaque jour un bulletin météorologique en classe et faire les prévisions du temps pour le lendemain.
- h) On peut faire l'expérience de méthodes moins scientifiques de prévision du temps, par exemple, la formation des nuages, le chant des grillons et la longueur du poil des chenilles.

i) Les élèves peuvent visiter une réserve naturelle afin d'étudier les modes d'adaptation de la flore et de la faune. Ils peuvent également procéder à une étude de populations par capture et recapture, indiquer les profondeurs préférées par diverses espèces de poissons, discuter de l'étude de la phalène du bouleau, examiner les ossements de plusieurs animaux et aménager un terrarium ou un aquarium dans la classe.

- j) On pourrait inviter le chef des pompiers ou la garde forestière de la région à parler devant la classe des incendies et des mesures de sécurité à prendre pour les éviter.
- k) Inciter les élèves à utiliser une clé de détermination pour identifier un animal en particulier. Il pourrait être intéressant de disséquer des boulettes d'aliments régurgités par un hibou.
- l) Les élèves peuvent examiner les empreintes laissées par des animaux sur le terrain de l'école.

m) Voici des exemples de sujets ou d'unités complémentaires :

Sujets de cette unité	Sujets ou unités complémentaires
Le matériel de camping et de randonnée pédestre	Les études de marché
Comment s'orienter	L'orientation
	La cartographie
Comment préparer un campement	La conservation
	L'isolation
Les conditions météorologiques	Les études de la neige
Les signes de vie	Le comportement des animaux
La survie	L'écologie hivernale
	Les équipes de recherche et de sauvetage

La métallurgie

Durée : environ 20 heures

Cette unité porte sur les étapes de la transformation du minéral jusqu'à la fabrication du métal pur. On y discutera de la préparation des alliages, et les élèves découvriront comment les propriétés des matières peuvent être modifiées par l'application de principes chimiques. La présente unité vise également à déterminer la place de la métallurgie dans la vie des gens et à présenter certains des problèmes que doit résoudre la société à cet égard.

Cette unité peut comporter les sujets suivants :

- Les minéraux
- La fabrication des métaux à partir des minéraux
- Les propriétés des métaux
- La corrosion
- Les alliages

1. Objectifs

Choisir au moins la moitié des objectifs cités dans chacune des catégories suivantes.

Attitudes. Les élèves seront amenés :

- a) à s'intéresser aux techniques utilisées dans la croissance de cristaux de bonne qualité (3a);
- b) à faire preuve de curiosité à l'égard de certains passe-temps comme les collections de roches, la joaillerie et la minéralogie (3a);
- c) à comprendre que la classification facilite l'accès à des données compilées (3a);

- d) à faire preuve de curiosité à l'égard du rôle de la science et de la technique dans la transformation des matières premières en produits utiles, dotés de propriétés particulières (3b, de 4b à 4d).

Aptitudes. Les élèves auront la possibilité d'acquérir des aptitudes grâce auxquelles ils pourront :

- a) employer des techniques pour faire croître des cristaux : mesure de la masse et du volume, filtration et propreté (2a);
- b) compiler des données sous forme de tableau (2e, 2f);
- c) faire des observations minutieuses et les communiquer de façon précise, oralement ou par écrit (2b);
- d) classer divers solides d'après leurs propriétés respectives (2b, 2c, 2e, 2f);
- e) prévoir les étapes nécessaires à la réalisation d'un travail de recherche (2h);
- f) consulter de nombreux ouvrages de référence à la bibliothèque, notamment des encyclopédies, des magazines et des journaux (2h).

Connaissances. Les élèves devraient pouvoir :

- a) expliquer comment les cristaux en croissance augmentent de taille (2a);
- b) nommer trois métaux et indiquer l'emplacement de mines ontariennes d'où l'on extrait les minéraux correspondants (2e);
- c) définir par écrit les termes suivants ou les employer correctement et en donner un exemple : *minéral, minéral, cristal, métal, alliage*;
- d) expliquer à quoi servent le grillage et la réduction des minéraux (2d);
- e) décrire et expliquer le procédé d'affinage électrolytique des minéraux (2d);
- f) nommer et expliquer les quatre propriétés communes à tous les métaux : lustre, malléabilité, ductilité, et conduction de la chaleur et de l'électricité (2e);
- g) expliquer pourquoi les alliages peuvent être considérés comme des métaux «fabriqués sur mesure» et nommer trois alliages courants ainsi que la propriété la plus caractéristique de chacun d'eux (2b, 2g);
- h) définir par écrit ou employer correctement le terme *corrosion* et décrire trois façons de prévenir cette forme de désagrégation (2f);
- i) décrire quelques-uns des bienfaits que l'industrie métallurgique offre à la société;
- j) nommer deux problèmes posés par l'industrie métallurgique, en énoncer la cause et avancer une solution possible pour chacun d'eux (2h).

2. Activités des élèves

Les élèves doivent :

- *a) faire croître un cristal d’alun, d’alun de chrome, de sulfate de cuivre ou d’hyposulfite de sodium par évaporation et à partir d’une solution saturée (5a, 8b);
- b) examiner des échantillons de minéraux, de minerais, de métaux purs, de cristaux et d’alliages et les classer selon leurs propriétés physiques et leur composition (8c);
- *c) vérifier la dureté de divers minéraux à l’aide d’un essai d’éraillure et identifier ces minéraux à l’aide d’un tableau de dureté (5b);
- d) (i) effectuer une expérience visant à montrer les deux étapes de la séparation d’un métal de son minéral, par exemple, le grillage du carbonate de cuivre et la réduction de l’oxyde de cuivre qui en résulte à l’aide de charbon de bois; ou (ii) effectuer une expérience visant à montrer comment le cuivre ampoulé (pur à 98 pour 100) peut être affiné davantage grâce à la méthode électrolytique (6, 8d, 8e);
- e) examiner divers échantillons de métaux purs, dresser la liste des propriétés physiques communes à la plupart des métaux et compiler les données sur un graphique (8c);
- f) effectuer une expérience illustrant les effets de la corrosion sur le fer, l’acier et l’acier inoxydable, et étudier les moyens de prévenir la corrosion, par exemple, la peinture, les enduits protecteurs à base de pétrole, l’huile et la galvanisation (8f);
- g) observer des microphotographies électroniques d’alliages tels que le laiton, le bronze, la soudure ou l’acier inoxydable; construire un modèle d’alliage à l’aide de boules de polystyrène de tailles variées et se servir du modèle pour expliquer les propriétés de cet alliage;
- h) présenter un compte rendu oral ou écrit sur un problème éco-logique posé par l’industrie métallurgique et proposer une solution.

3. Applications

- a) En se fondant sur leur composition chimique et leurs propriétés physiques, on peut classer des solides métalliques selon divers usages possibles (pierres précieuses, métaux, etc.).
- b) La dureté relative des minéraux facilite leur identification.
- c) Grâce à la connaissance des réactions chimiques, il est possible de transformer un minéral en métal pur.
- d) En connaissant les propriétés des métaux, on peut créer des mélanges de métaux dotés de propriétés particulières.

4. Incidences sociales

- a) Les minéraux revêtent une grande importance pour l’Ontario et le Canada, car ils constituent une richesse naturelle et une source d’emplois.
- b) Transformé en acier, le fer est l’une des matières les plus importantes de notre économie.
- c) L’aluminium se fabrique à un coût relativement modique dans les régions où l’énergie électrique est abondante.
- d) En raison de son coût élevé, l’argent a été remplacé par un alliage de cuivre et de nickel dans la fabrication de certaines pièces de monnaie.
- e) L’élimination des déchets produits par les usines de traitement chimique des minerais est l’une des principales préoccupations de notre société.

5. Évaluation du rendement des élèves

Pour cette unité, au moins 50 pour 100 de la note cumulative des élèves doit se fonder sur les quatre composantes suivantes :

- a) la fabrication d’un cristal;
- b) l’utilisation appropriée de l’essai d’éraillure dans l’identification des minéraux;
- c) la capacité de suivre les directives et les consignes de sécurité et de mener les travaux à terme;
- d) les comptes rendus oraux ou écrits sur les travaux de laboratoire.

6. Mesures de sécurité à envisager

- a) Il faudrait prendre les précautions nécessaires lors du chauffage des substances.
- b) On devrait prévenir les élèves que les métaux en cours de refroidissement peuvent paraître solides, alors qu’ils sont liquides à l’intérieur.
- c) La ventilation devrait être suffisante lors du chauffage des métaux, car des vapeurs métalliques peuvent se dégager.
- d) Prévenir les élèves de la nature des réactions causées par des réactifs pulvérisés et du fait qu’il est difficile de savoir si un solide en poudre est brûlant.
- e) Pour de plus amples renseignements, les enseignants consulteront la section 9 de la 1^{re} partie du programme-cadre.

7. Éléments complémentaires

Certains élèves pourraient :

- a) faire des recherches sur divers types de cristaux et sur différentes méthodes de croissance des cristaux;
- b) reproduire les modes d'agencement des atomes dans les métaux;
- c) inviter un collectionneur de roches ou une lapidaire à faire un exposé devant la classe et à montrer des échantillons aux élèves;
- d) identifier des minéraux à partir de leur densité;
- e) effectuer une expérience illustrant le procédé de galvanoplastie;
- f) étudier certaines propriétés intéressantes d'alliages comme celui de Wood (point de fusion peu élevé) ou le nichrome (mauvais conducteur d'électricité);
- g) repérer et inscrire sur une carte les régions endommagées par les précipitations acides et faire un rapprochement avec l'emplacement des mines et des fonderies;
- h) visiter une mine, une fonderie ou un musée de minéralogie.

8. Quelques méthodes d'enseignement

- a) On pourrait commencer chaque leçon ou activité en faisant une courte démonstration ou en soulevant un point intéressant. Une grande variété de documents audio-visuels et imprimés peut être utilisée en complément de chaque activité.
- b) La croissance des cristaux prenant du temps, elle devrait être entreprise au début de l'unité.
- c) Lorsqu'on classe les échantillons, il faudrait leur apposer une étiquette indiquant, à l'aide de symboles chimiques, la composition du minerai ou de l'alliage.
- d) On peut se servir de carbonate de cuivre (II) pour illustrer les deux étapes de l'affinage d'un minerai. Il est facile à obtenir, il prend un aspect différent à chaque étape et il ne dégage pas de mauvaise odeur, contrairement aux sulfures.
- e) À l'aide d'une spatule, faire une encoche de la taille de l'ongle du petit doigt dans un morceau ou une briquette de charbon de bois. Loger le minerai à réduire dans l'encoche et l'exposer à la flamme d'un chalumeau portatif au propane.
- f) Les expériences de corrosion prennent du temps, et si l'on veut qu'elles soient réussies, elles devraient être entreprises au début de l'unité.

g) Voici des exemples de sujets ou d'unités complémentaires :

Sujets de cette unité	Sujets ou unités complémentaires
Les minéraux	La géologie La minéralogie
La fabrication des métaux à partir des minerais	La fabrication de l'acier L'affinage du nickel
Les propriétés des métaux	Les essais de matériaux
La corrosion	La galvanoplastie
Les alliages	Les produits chimiques synthétiques

Unité d'apprentissage 1

La microbiologie

Durée : environ 20 heures

La présente unité permettra aux élèves de comprendre les problèmes relatifs aux microbes de même que les moyens de réduire les risques associés à la manutention des aliments dans les supermarchés. Les élèves apprendront aussi que d'innombrables microbes sont bénéfiques et indispensables à la biosphère.

Cette unité peut comporter les sujets suivants :

- Les produits du supermarché
- La pourriture et la décomposition
- Les micro-organismes
- La conservation des aliments
- Les micro-organismes et l'industrie

1. Objectifs

Choisir au moins la moitié des objectifs cités dans chacune des catégories suivantes.

Attitudes. Les élèves seront amenés :

- a) à se rendre compte des utilisations bénéfiques des microbes (3c, 4b);
- b) à comprendre l'importance de l'hygiène (3b, 4e, 4f);
- c) à reconnaître qu'il est essentiel de conserver les aliments selon des méthodes éprouvées (3a);
- d) à s'intéresser au rôle des microbes dans le recyclage des éléments présents dans les matières organiques (4c).

Aptitudes. Les élèves auront la possibilité d'acquérir des aptitudes grâce auxquelles ils pourront :

- a) faire des observations en utilisant tous leurs sens, sauf le goût (2a, 2c);

- b) classer des données selon des critères établis (2a, 2d);
- c) interpréter les résultats d'expériences sur la décomposition des aliments (2c);
- d) suivre des directives lors de la préparation du yogourt, de la choucroute et du pain (2g);
- e) présenter leurs résultats de façon claire et concise.

Connaissances. Les élèves devraient pouvoir :

- a) citer trois des rayons d'un supermarché type (fruits et légumes, produits laitiers, conserves et boulangerie, par exemple) (2a, 2b);
- b) décrire les moyens utilisés par les supermarchés pour accroître la durée de conservation d'un produit avant la vente (2b);
- c) expliquer pourquoi une date limite d'utilisation figure sur l'emballage des produits laitiers;
- d) classer les micro-organismes en différentes catégories (2d);
- e) connaître les milieux favorables aux micro-organismes et décrire les conditions nécessaires à leur survie et à leur multiplication (2e);
- f) décrire le mécanisme de reproduction d'un micro-organisme particulier (2d);
- g) énumérer trois facteurs de ralentissement de la croissance bactérienne (2e);
- h) énumérer et décrire des méthodes courantes de conservation des aliments (la salaison, la déshydratation, le refroidissement, la réfrigération, la congélation, la mise en conserve, etc.);
- i) classer les méthodes de conservation des aliments selon leur efficacité;
- j) donner un aperçu des mesures d'hygiène à prendre en manipulant des aliments;
- k) décrire trois effets bénéfiques des microbes (de 2f à 2h);
- l) expliquer l'importance des facteurs de décomposition dans la nature et pour une station d'épuration des eaux d'égout (2h).

2. Activités des élèves

Les élèves doivent :

- a) (i) classer selon leur origine les produits qu'ils trouvent au supermarché et consigner les données recueillies sous forme de tableau; ou (ii) classer les aliments en conserve selon les ingrédients figurant sur l'étiquette (8a, 8b);
- b) énumérer les types d'emballages utilisés dans les supermarchés et étudier ceux qui préviennent la contamination (8a);
- *c) (i) étudier la décomposition ou la pourriture d'une feuille de laitue, d'une orange, d'un autre fruit ou d'un autre légume et présenter les résultats de leurs observations; ou (ii) effectuer une expérience visant à déterminer le milieu qui favorise la décomposition ou la pourriture et en présenter les résultats; ou

*Voir la sous-section intitulée «Activités des élèves», page 6.

- (iii) décrire les mesures que prennent les supermarchés pour retarder la décomposition des fruits, des légumes et des produits laitiers (5c, 6b, 6c, 8b, 8c);
- d) (i) examiner plusieurs types de micro-organismes à l'aide d'un microscope, de microphotographies ou de photographies; *ou* (ii) regrouper les bactéries ou d'autres micro-organismes selon leur aspect extérieur; *ou* (iii) étudier le mécanisme de reproduction d'un micro-organisme type tel que la levure (8d);
- e) étudier les méthodes chimiques ayant un effet sur la croissance des micro-organismes, par exemple, les inhibiteurs de moisissure, les inhibiteurs de bactéries, les antioxydants, les tampons, les stabilisateurs, les enrobages et les agents de maturation (8i);
- f) réaliser une expérience de fermentation type (8f);
- *g) préparer du yogourt, de la choucroute ou du pain (5b, 8g);
- h) (i) préparer un compte rendu oral ou écrit sur l'action exercée par les micro-organismes dans une fosse septique domestique ou un réseau d'égout municipal; *ou* (ii) construire un modèle de fosse septique domestique ou de réseau d'égout municipal; *ou* (iii) effectuer une recherche documentaire sur les utilisations bénéfiques des micro-organismes (5c).

3. Applications

- a) Les procédés de mise en conserve des fruits et légumes doivent éliminer toutes les bactéries.
- b) Les endroits où l'on manipule des aliments sont inspectés mensuellement.
- c) Les aliments déshydratés, exempts de micro-organismes, sont emballés de façon à se conserver lors de longues excursions de camping.
- d) On peut réduire les risques de propagation des microbes en appliquant chez soi des mesures d'hygiène appropriées.
- e) Il ne faut pas laisser les aliments longtemps hors du réfrigérateur.
- f) La présence de bactéries coliformes dans l'eau est un indice de pollution.
- g) On doit ramasser régulièrement les ordures ménagères afin de prévenir la prolifération des micro-organismes.
- h) Une date limite d'utilisation est indiquée sur les contenants de produits laitiers.

4. Incidences sociales

- a) De nombreuses personnes âgées ont besoin d'être vaccinées chaque année.
- b) Les bactéries sont en train de devenir un instrument important pour la recherche sur l'ADN recombinant.
- c) Toutes les habitations doivent posséder un système quelconque d'évacuation des eaux d'égout.

- d) Grâce à leur taux élevé de mutation, les microbes peuvent s'immuniser rapidement contre les antibiotiques.
- e) De nombreuses personnes tombent malades lorsqu'une usine de transformation des aliments ou un restaurant sont contaminés.
- f) Les endroits insalubres ont tendance à favoriser l'apparition de maladies.
- g) La vaccination obligatoire des enfants est primordiale.
- h) Le gouvernement établit des normes strictes auxquelles l'industrie alimentaire doit se conformer, et veille au respect de celles-ci.

5. Évaluation du rendement des élèves

Pour cette unité, au moins 50 pour 100 de la note cumulative des élèves doit se fonder sur les quatre composantes suivantes :

- a) la présentation de données sous forme de tableau;
- b) la préparation de produits alimentaires tels que le yogourt, la choucroute ou le pain;
- c) les comptes rendus oraux ou écrits sur la décomposition des aliments, les micro-organismes et l'épuration des eaux d'égout;
- d) l'application et les efforts fournis lors des travaux pratiques, le respect des consignes de sécurité et la capacité de mener les travaux à terme.

6. Mesures de sécurité à envisager

- a) Il ne faut pas utiliser des micro-organismes pathogènes lors des expériences.
- b) Les élèves devraient laver leurs mains après avoir manipulé des matières contenant des micro-organismes.
- c) Il est recommandé d'utiliser des boîtes de Petri jetables, au besoin.
- d) Pour de plus amples renseignements, les enseignants consulteront la section 9 de la 1^{re} partie du programme-cadre.

7. Éléments complémentaires

Certains élèves pourraient :

- a) cultiver et isoler des micro-organismes non pathogènes en employant les méthodes aseptiques appropriées;
- b) étudier les règles d'hygiène observées à la cuisine de l'école;
- c) étudier le rôle du personnel d'entretien dans la réduction de la propagation des microbes;
- d) déterminer le mode d'élimination des déchets de l'école;

- e) inspecter les déchets d'un supermarché afin de déterminer quelles méthodes on y emploie pour limiter la prolifération des bactéries;
- f) noter les variations de température d'un tas de compost sur 24 heures;
- g) expliquer comment la bière ou le vin sont fabriqués.

8. Quelques méthodes d'enseignement

- a) Les élèves peuvent se rendre au supermarché pour y recenser les produits et déterminer leur provenance. Ils peuvent étudier les méthodes qu'utilise le supermarché pour prévenir la décomposition des aliments et, si possible, les méthodes d'élimination des déchets.
- b) Réunir plusieurs échantillons d'aliments en conserve, et demander aux élèves de déterminer le rôle de chaque substance figurant sur la liste des ingrédients.
- c) Les élèves peuvent rassembler des échantillons d'aliments contenant des microbes qu'ils cultiveront dans un milieu nutritif approprié.
- d) Il faudrait mettre la levure sèche dans de l'eau tiède dix minutes avant de procéder à l'examen. Les élèves peuvent observer au microscope une cellule de levure qui bourgeonne. Ils peuvent aussi dénombrer la population de la culture de levure pendant cinq jours, et tracer ensuite la courbe des résultats obtenus. La croissance de la moisissure du pain peut être observée à la loupe.
- e) La visite d'une fromagerie ou d'une station d'épuration des eaux d'égout permettra aux élèves de se rendre compte de l'importance des microbes. On pourrait enterrer un morceau de viande, de poisson ou de papier journal pendant quelques semaines, l'examiner ensuite et noter les changements causés par les micro-organismes. Les élèves peuvent examiner un tas de compost et discuter de l'utilisation qui en est faite.
- f) On peut concevoir des expériences de fermentation où la levure et le glucose sont utilisés. Les élèves peuvent tracer la courbe des variations de température ou du volume de dioxyde de carbone produit. Les taux de fermentation de divers aliments comme le glucose, l'amidon ou le sucre peuvent être comparés. La respiration anaérobie du fumier comme source d'énergie potentielle pourrait être étudiée.
- g) De nombreuses recettes expliquent le mode de préparation du pain ou du yogourt. On peut se procurer des fermentations lactiques auprès d'une fromagerie ou se servir de yogourt vendu dans le commerce. Comparer le pain fait chez soi au pain industriel.

- h) On peut trouver des microbes n'importe où. Il est facile de prélever des moisissures et des bactéries à l'aide d'un bâtonnet ouaté humide. La moisissure du pain se prête particulièrement bien à l'examen au microscope. On peut se servir de microphotographies pour mieux distinguer la structure des micro-organismes. Les micro-organismes peuvent être classés selon leur forme, leur réaction aux colorants ou leur mode de déplacement.
- i) Les élèves pourraient étudier la décomposition des aliments en exposant à un milieu défavorable des cultures préparées, qui seront ensuite comparées à des échantillons témoins. On peut ainsi examiner des facteurs comme la température, les rayonnements, la composition du milieu, le pH, la pression et la fumée de cigarette.
- j) Voici des exemples de sujets ou d'unités complémentaires :

Sujets de cette unité	Sujets ou unités complémentaires
Les produits du supermarché . . .	La production et la mise en marché des aliments
La pourriture et la décomposition	Les termites
Les micro-organismes	La microscopie Les protistes
La conservation des aliments . . .	L'innocuité des produits alimentaires
	La maladie et la santé chez l'être humain
Les micro-organismes et l'industrie.	La santé publique Les produits laitiers La moisissure

Unités élaborées à l'échelon local

Unités élaborées à l'échelon local

Durée : environ 20 heures chacune

Le temps disponible *après* qu'auront été enseignées l'unité obligatoire et au moins trois des cinq premières unités facultatives sera consacré aux unités élaborées à l'échelon local. Ces dernières peuvent fournir l'occasion d'expliquer les rudiments d'un domaine scientifique que le programme-cadre n'aborde pas, ou d'ajouter de nouveaux objectifs aux unités, permettant ainsi de faire une étude plus approfondie d'une ou de plusieurs parties du cours. Voici des exemples des domaines que l'on peut songer à aborder ou à approfondir :

- Adaptation des plantes et des animaux
- Agriculture
- Astronomie
- Produits chimiques
- Produits de beauté
- Électricité
- Diététique
- Foresterie
- Champignons
- Horticulture
- Industrie minière
- Études en plein air

Ces unités peuvent fournir aux élèves une excellente occasion de se lancer dans l'étude d'un domaine scientifique qui les intéresse tout particulièrement; les enseignants doivent approuver le choix des élèves, puis surveiller et évaluer leur travail. Les élèves peuvent travailler individuellement ou en petit groupe. On devrait veiller à ce que le sujet choisi par les élèves ne recoupe pas la matière d'autres cours de sciences qu'ils seraient susceptibles de suivre. Avant de pouvoir entreprendre une recherche indépendante comportant des expériences, les élèves devront avoir beaucoup travaillé au laboratoire et connaître les mesures à prendre pour prévenir les accidents. Si l'on songe à procéder à l'étude d'une série de courts sujets, on peut les intégrer au programme du cours de temps à autre pendant le semestre ou l'année.

Il est prévu que ces unités engloberont des composantes semblables à celles des unités obligatoires, notamment les objectifs, les activités des élèves, les applications et les incidences sociales. Il faut joindre les plans de ces unités au programme d'études de l'école et les conserver dans les dossiers afin que les élèves ou les parents qui le désirent puissent les consulter.



Sciences, 12^e année, niveau fondamental (SNC4F)

Unité obligatoire

L'utilisation rationnelle
de l'énergie

(Jusqu'à 30 heures)

Unités facultatives

La physique au travail
Les sons
L'hérédité
Un monde en évolution
La photographie
Unités élaborées à l'échelon local

(Environ 80 heures)

L'utilisation rationnelle de l'énergie

Durée : jusqu'à 30 heures

Pour économiser efficacement l'énergie, il faudrait d'abord examiner l'usage qui est fait quotidiennement des ressources énergétiques. Les élèves n'ont pas souvent l'occasion d'analyser ces habitudes de consommation et les effets qu'elles ont sur les coûts de l'énergie. Grâce à l'étude de la consommation d'un ménage, on peut évaluer les besoins énergétiques d'ensembles plus importants tels que des centres urbains ou des provinces entières.

Dans la présente unité, les élèves auront la possibilité d'observer la quantité d'énergie consommée chez eux et d'en évaluer le coût. À partir de ces données, ils détermineront de quelle façon on peut réduire la consommation domestique d'énergie.

Cette unité peut comporter les sujets suivants :

- Les sources d'énergie
- L'utilisation de l'énergie électrique
- L'évaluation de la consommation d'énergie
- L'isolation
- La conservation de l'énergie

1. Objectifs

Choisir au moins la moitié des objectifs cités dans chacune des catégories suivantes.

Attitudes. Les élèves seront amenés :

- a) à comprendre qu'il faut évaluer les données et les coûts figurant sur diverses factures (3d, 4d);
- b) à se rendre compte qu'il faut économiser l'énergie (4a, 4c, 4g);

- c) à prendre conscience du fait que le mode de vie des Canadiens est fondé sur une source d'énergie peu coûteuse et abondante (3e);
- d) à s'engager à économiser l'énergie (3e, 3f, 4e);
- e) à constater que la conservation de l'énergie permet aux gens d'épargner de l'argent et de conserver les ressources naturelles (4d);
- f) à s'intéresser au rôle de la science et de la technique dans la mise au point de matières et de procédés plus efficaces entraînant un moins grand gaspillage d'énergie (3i, 4g).

Aptitudes. Les élèves auront la possibilité d'acquérir des aptitudes grâce auxquelles ils pourront :

- a) mesurer la température à l'aide d'un thermomètre gradué en degrés Celsius (2b, de 2e à 2g);
- b) découvrir, à partir de données expérimentales sur la vitesse de chauffage de divers liquides, les facteurs qui déterminent la chaleur contenue dans une substance (2b);
- c) effectuer des relevés de compteurs d'électricité, de gaz ou d'eau (2c);
- d) interpréter les renseignements figurant sur une facture d'électricité ou de mazout (2c);
- e) classer sous forme de tableau des données sur la durée d'utilisation des appareils électroménagers (2d);
- f) interpréter des tableaux de données (2a, 2d);
- g) calculer, à partir d'un plan, la valeur isolante totale d'un mur en fonction de différents matériaux (2g);
- h) déterminer l'humidité relative au moyen d'un tableau de relevés effectués à l'aide d'un psychromètre (2e);
- i) effectuer des recherches à la bibliothèque à partir de sources très variées : encyclopédies, magazines, journaux et autres (2h).

Connaissances. Les élèves devraient pouvoir :

- a) définir les termes suivants ou les employer correctement : énergie, source d'énergie non renouvelable, puissance, chaleur, température, conservation, humidité relative, isolation et valeur R;
- b) montrer que la quantité de chaleur contenue dans une substance dépend de sa température, de sa masse et de sa nature (2b);
- c) expliquer que la perte d'énergie qui survient lorsqu'on transforme de l'énergie consiste principalement en une perte de chaleur (2f, 2g);
- d) énumérer trois modes de production d'électricité en Ontario;
- e) nommer les unités de mesure de la consommation d'électricité et de mazout (2c);

- f) dresser la liste des méthodes à employer pour réduire les factures d'électricité à la maison, à la ferme ou dans l'industrie (2d, 2h);
- g) dresser la liste des méthodes à employer pour réduire les factures de chauffage dans une maison (2f, 2g, 8g);
- h) énumérer les principales causes de pertes de chaleur dans une maison et indiquer, dans chaque cas, un moyen de les réduire (de 2e à 2g);
- i) citer plusieurs méthodes d'isolation des habitations et comparer leur efficacité respective (2g);
- j) montrer les effets de l'humidité sur une habitation et sur ses occupants (2e);
- k) expliquer les répercussions possibles d'une réduction de la consommation d'énergie sur le mode de vie (2a, 2d);
- l) énumérer un certain nombre de sources d'énergie non renouvelable et renouvelable (2h).

2. Activités des élèves

Les élèves doivent :

- a) dresser la liste des activités d'une journée nécessitant de l'énergie, indiquer les besoins énergétiques correspondant à chacune d'elles (la lumière, l'énergie chimique, l'énergie électrique, etc.), donner la source d'énergie (les aliments, le mazout, etc.), compiler les données sous forme de tableau et classer les sources d'énergie en commençant par la plus utilisée;
- b) comparer les températures de masses égales de divers liquides chauffés avec la même source de chaleur pendant le même laps de temps (6a, 8a, 8b);
- *c) effectuer une recherche sur la mesure, la facturation et les coûts de la consommation d'électricité et du chauffage d'une maison (5b, 6b, 8c, 8d);
- d) (i) observer l'usage que l'on fait des appareils électroménagers au cours d'une soirée ou d'une journée normale et calculer les coûts de cette utilisation à l'aide d'un tableau indiquant la consommation habituelle d'appareils du même type;
 (ii) classer chaque appareil selon son utilité au moyen d'une échelle allant des mentions «très utile» à «inutile»;
 (iii) proposer des solutions de recharge pour les appareils jugés inutiles (8b, 8h);
- *e) faire une expérience pour déterminer l'humidité relative et son influence sur la température, la conservation de la chaleur, le confort, la santé, l'existence de phénomènes particuliers comme l'électricité statique, et l'usure des meubles et des tissus (5c, 6a, 8e);
- f) effectuer une expérience pour étudier les méthodes passives de refroidissement d'un immeuble, notamment par convection, par réflexion ou par évaporation (6a);

- g) (i) mener des recherches sur les propriétés isolantes des matériaux de construction courants, sur leur utilisation combinée pour les murs extérieurs et sur les points de perte de chaleur dans les maisons; ou (ii) effectuer une expérience pour étudier la qualité de divers matériaux servant à l'isolation des canalisations d'eau chaude, tracer la courbe des changements de température de l'eau et classer les matériaux isolants en commençant par le plus efficace (6a, 8f);
- h) décrire, dans un compte rendu oral ou écrit, une source d'énergie renouvelable pouvant être utilisée dans des bâtiments de ferme, une maison ou un autre genre d'immeuble. Il pourrait s'agir, par exemple, du méthane ou du méthanol produit à partir de la biomasse, du chauffage solaire passif et de l'énergie marémotrice (8h).

3. Applications

- a) Des substances comme l'eau peuvent emmagasiner de grandes quantités de chaleur qui, une fois libérées, servent à chauffer des immeubles.
- b) La capacité d'emmagerer, de réfléchir et de diffuser la chaleur sont autant de propriétés qu'il faut considérer lors du choix de matériaux de construction.
- c) On ne peut réaliser de véritables économies d'énergie qu'en réduisant les pertes de chaleur dues à la transformation de l'énergie.
- d) Le suivi des factures indiquant la consommation d'énergie permet aux consommateurs d'évaluer l'efficacité des méthodes employées pour réduire le gaspillage de l'énergie.
- e) La consommation d'un appareil électroménager peut avoir son importance dans le choix d'un article.
- f) Il est possible de rénover bon nombre de systèmes de chauffage pour les rendre plus efficaces.
- g) Dans une maison, le degré d'humidité relative a un effet considérable sur la santé de ceux qui y vivent, la quantité d'agents polluants présents dans l'air et le fonctionnement des purificateurs d'air électroniques.
- h) Un air trop sec affaiblit la colle des meubles, accélère l'usure des tissus et augmente la production d'électricité statique.
- i) On doit évaluer le rapport coût-efficacité des matériaux d'isolation avant d'apporter des modifications aux installations existantes.
- j) On peut employer des méthodes de refroidissement et de chauffage passifs pour réduire les dépenses en énergie des particuliers et des entreprises.
- k) Il est possible de réduire les dépenses en énergie à la ferme, à la maison et dans l'industrie, en utilisant des sources d'énergie renouvelable.

*Voir la sous-section intitulée «Activités des élèves», page 6.

4. Incidences sociales

- a) La conservation de l'énergie doit être pratiquée à tous les échelons de la société pour que le niveau de vie actuel soit maintenu.
- b) Il faudrait mettre au point des techniques moins coûteuses de stockage et d'échange de la chaleur pour éviter le gaspillage ou les effets nuisibles sur l'environnement.
- c) Non seulement les systèmes de chauffage qui fonctionnent mal sont coûteux, mais ils dégagent des polluants toxiques.
- d) Il est important de prévoir l'emplacement des maisons de façon à atteindre un degré maximal de conservation de l'énergie; de même, il faut tenir compte de l'environnement pour éviter les écarts de température dans les immeubles.
- e) La conservation de l'énergie peut réduire en partie les charges des particuliers et les frais d'entretien des immeubles.
- f) La combustion des produits provenant de la dégradation des déchets de la biomasse sert déjà au chauffage des étables et des stations d'épuration des eaux d'égout.
- g) Les efforts conjugués des particuliers, des industries privées et des gouvernements doivent s'orienter dans la même direction si l'on veut réduire le gaspillage de l'énergie et des ressources non renouvelables.

5. Évaluation du rendement des élèves

Pour cette unité, au moins 50 pour 100 de la note cumulative des élèves doit se fonder sur les six composantes suivantes :

- a) l'utilisation de tableaux pour enregistrer et trouver des données;
- b) l'interprétation et le relevé exacts des données de divers compteurs;
- c) le calcul expérimental du degré d'humidité relative;
- d) la réalisation et les comptes rendus d'expériences;
- e) la capacité de recueillir des données, de suivre des directives et de mener les travaux à terme;
- f) les comptes rendus écrits ou oraux.

6. Mesures de sécurité à envisager

- a) Il faudrait maintenir les thermomètres en place après les avoir plongés dans des liquides que l'on fait chauffer. La cuvette ne devrait jamais toucher le contenant.
- b) Lors de l'examen de compteurs divers, prévenir les élèves qu'il est interdit par la loi de manipuler ces appareils, que cela comporte des risques et peut causer des dommages.
- c) Pour de plus amples renseignements, les enseignants consulteront la section 9 de la 1^{re} partie du programme-cadre.

7. Éléments complémentaires

Certains élèves pourraient :

- a) réaliser une expérience pour éprouver les propriétés d'isolation et de conductibilité de différents matériaux;
- b) comparer les factures d'une année avec la moyenne des températures pour la même période et déterminer les tendances de la demande;
- c) étudier la consommation d'appareils électroménagers comparables, comme les fours à micro-ondes, à convection ou classiques, ainsi que le temps nécessaire à l'accomplissement de la même tâche selon le type d'appareil;
- d) étudier le fonctionnement d'un capteur solaire et d'une thermopompe ainsi que la façon dont on utilise des piscines et des réservoirs d'eau pour emmagasiner la chaleur;
- e) faire des recherches sur la relation qui existe entre l'humidité, la construction de murs et l'isolation, ou sur le rôle des tapis et des rideaux dans la réduction des pertes de chaleur;
- f) déterminer les variables dont on doit tenir compte dans le calcul de la valeur R, et concevoir une expérience permettant de mettre cette propriété en évidence;
- g) envisager les changements que subirait le mode de vie des Canadiens si l'énergie était rationnée et établir les priorités de consommation dans une collectivité donnée (les pannes partielles que connaissent un certain nombre de grandes villes peuvent servir d'exemple);
- h) visiter des maisons modèles, des maisons écologiques à alimentation indépendante, ou des maisons ou bâtiments chauffés à l'énergie solaire ou équipés de systèmes de chauffage autonomes, faire des recherches sur ce sujet et étudier les techniques utilisées;
- i) étudier l'utilité de la biomasse en tant que source de combustible pour les bâtiments de ferme, les stations d'épuration des eaux d'égout et autres.

8. Quelques méthodes d'enseignement

- a) Pour montrer la différence existant entre chaleur et température, on peut faire chauffer des masses égales de divers liquides, comme de l'eau et de l'huile végétale, en utilisant la même source de chaleur. Une plaque chauffante et un bain-marie constituent une excellente source de chaleur.
- b) Il ne faudrait pas trop insister sur les opérations mathématiques qui demanderaient aux élèves des efforts superflus. Les élèves peuvent utiliser des calculatrices et des tables de conversion ou travailler en groupe.

- c) Les diverses factures employées en classe devraient être uniformisées. Le représentant ou la représentante d'une société de services publics pourrait venir en classe expliquer le fonctionnement des compteurs ainsi que les méthodes de relevé et de facturation.
- d) Les élèves peuvent recueillir des données et se procurer des documents concernant la demande et la consommation d'énergie, les variations annuelles de température, etc., auprès des services publics ainsi que d'organismes gouvernementaux et privés.
- e) On pourrait mettre au point un psychromètre comportant un thermomètre sec et un thermomètre mouillé, le réservoir de ce dernier étant entouré d'une mèche de lampe dont l'extrémité trempe dans l'eau.
- f) On peut trouver des plans de construction de murs et de plafonds dans des publications consacrées à l'architecture. Les fabricants de matériaux d'isolation offrent également une vaste documentation.
- g) Le premier facteur à considérer dans la conception d'une maison devrait être le climat et non pas l'esthétique. La conception des maisons dans différentes sociétés répond à des besoins divers et peut faire l'objet de comparaisons.
- h) On devrait inciter les élèves à faire connaître leurs recherches sous forme de bulletins ou d'affiches afin que leurs camarades prennent conscience du rôle qu'ils peuvent jouer dans la conservation de l'énergie.
- i) Voici des exemples de sujets ou d'unités complémentaires :

Sujets de cette unité	Sujets ou unités complémentaires
Les sources d'énergie	Le transport de l'énergie
L'utilisation de l'énergie électrique.	Les appareils électroménagers Les formes d'énergie électrique
L'évaluation de la consommation d'énergie	L'énergie humaine L'énergie électrique L'énergie thermique Les vêtements et le climat Comment les animaux se protègent Comment les plantes se protègent
L'isolation	
La conservation de l'énergie	L'aménagement paysager Les sources d'énergie de remplacement Le recyclage L'utilisation de l'eau

Objectifs de l'unité

La physique au travail

Durée : environ 20 heures

Les élèves vont bientôt découvrir une facette du monde du travail où la technique joue un rôle de premier plan. Bon nombre de techniques reposent sur des lois fondamentales de la physique. La compréhension de ces lois peut constituer un atout dans l'obtention d'un emploi. Au cours de cette unité, les élèves auront l'occasion d'étudier certaines des lois régissant la flottabilité, la pression et l'électricité.

Cette unité peut comporter les sujets suivants :

- L'action de flotter et de s'enfoncer
- Les pompes et les siphons
- La transmission de la chaleur
- Le courant électrique
- L'électromagnétisme
- La sécurité du travail

1. Objectifs

Choisir au moins la moitié des objectifs cités dans chacune des catégories suivantes.

Attitudes. Les élèves seront amenés :

- a) à se familiariser avec la conception et l'emploi des outils, des instruments et des machines couramment utilisés dans les différents métiers, à la maison et dans l'industrie (3a, 4c);
- b) à chercher à comprendre le fonctionnement des appareils (4c);
- c) à prendre conscience du lien qui existe entre un principe de physique et son application;
- d) à s'engager à observer les règles fondamentales de sécurité relatives à l'utilisation des appareils (4a).

Aptitudes. Les élèves auront la possibilité d'acquérir des aptitudes grâce auxquelles ils pourront :

- a) suivre les directives dans un ordre logique;
- b) assembler du matériel à l'aide de directives écrites et de schémas (2b, 2e);
- c) noter et structurer les données recueillies au cours des expériences et des activités;
- d) tracer des schémas simples pour décrire ou noter des observations, expliquer des principes fondamentaux ou illustrer de nouveaux modèles (de 2a à 2g);
- e) chercher des renseignements concernant la réglementation sur la sécurité dans les manuels et ouvrages de référence d'organismes comme l'Association pour la prévention des accidents industriels, la Commission des accidents du travail et le ministère du Travail (2h).

Connaissances. Les élèves devraient pouvoir :

- a) définir ou employer correctement les termes suivants : énergie, énergie cinétique, énergie potentielle, force, travail et puissance;
- b) définir ou employer correctement les termes *flottaison* et *flottabilité*;
- c) expliquer la façon dont l'eau ou tout autre liquide atteint un niveau qui lui est propre et en donner des exemples concrets (2a);
- d) décrire le rapport qui existe entre la force, la superficie, le volume et la pression de l'eau ou de tout autre liquide (2a);
- e) expliquer comment le rapport entre les zones de basse pression et de haute pression permet à un siphon, à une pompe et à un vaporisateur de fonctionner (2b);
- f) définir ou employer correctement les termes suivants : convection, conduction et irradiation (2e);
- g) définir ou employer correctement les termes suivants : circuit, circuit en série, circuit parallèle, aimant, champ magnétique et électro-aimant;
- h) décrire la fabrication d'un électro-aimant ordinaire (2g);
- i) expliquer comment on peut augmenter la puissance d'un électro-aimant (2g);
- j) expliquer comment l'énergie électrique peut être transformée en énergie cinétique (2g);
- k) nommer cinq mesures de sécurité relatives aux appareils mécaniques, hydrauliques ou électriques que l'on devrait observer à la maison, à l'école ou dans l'industrie (2h).

2. Activités des élèves

Les élèves doivent :

- *a) montrer (i) que l'eau atteint un niveau qui lui est propre, *ou* (ii) que la pression exercée par un liquide s'accroît avec la profondeur, *ou* (iii) le fonctionnement d'un niveau à bulle d'air, *ou* (iv) le fonctionnement d'un ludion de type compte-gouttes, *ou* (v) la flottabilité de diverses substances dans l'eau (5b, de 8a à 8c);
- b) effectuer une expérience pour (i) illustrer la fabrication et l'utilisation d'un siphon, *ou* (ii) étudier le fonctionnement des pompes à eau aspirante et foulante, *ou* (iii) illustrer le fonctionnement d'un vaporisateur d'eau classique au moyen d'un flacon, de tubes capillaires, de pailles ou de tubes de verre, et d'un bouchon (5b, 8d);
- *c) effectuer des expériences pour étudier (i) la formation des courants de convection dans l'air ou dans l'eau, *ou* (ii) la conduction de la chaleur dans les métaux et dans d'autres corps, *ou* (iii) la transmission de la chaleur par irradiation (5c, 6b, 6c);
- d) effectuer une expérience pour démontrer que les métaux et d'autres corps, y compris l'eau et l'air, se dilatent au contact de la chaleur (6b, 6c);
- e) fabriquer une plaquette de circuits simple pour montrer le fonctionnement d'un interrupteur, d'un fusible, de lampes reliées en série et de lampes reliées en parallèle (5d, 6d, 8e);
- f) effectuer une expérience pour démontrer la présence du champ magnétique entourant un barreau aimanté, un aimant en fer à cheval ou un électro-aimant (5d, 6d);
- g) (i) fabriquer un électro-aimant classique et comparer les champs magnétiques produits avec des noyaux d'air, de verre, de fer, d'acier ou de cuivre; *ou* (ii) fabriquer un circuit doté d'un commutateur électromagnétique commandant une lumière clignotante ou une sonnerie; *ou* (iii) effectuer une expérience pour montrer la fonction des aimants dans un moteur à courant continu classique (5d, 6d);
- h) préparer un compte rendu oral ou écrit sur les pratiques et les règles de sécurité relatives à l'utilisation des appareils mécaniques, hydrauliques ou électriques à la ferme, à la maison, à l'école ou dans l'industrie (5e).

3. Applications

- a) Il est possible d'améliorer les outils et les machines si l'on comprend bien les principes scientifiques sur lesquels ils sont fondés et si l'on est en mesure de les appliquer.
- b) Les circuits électroniques sont dérivés de circuits plus simples.

*Voir la sous-section intitulée «Activités des élèves», page 6.

4. Incidences sociales

- a) La connaissance des normes de sécurité permet aux employés de travailler dans des conditions plus sécuritaires.
- b) Les perspectives d'emploi sont nombreuses pour les élèves qui s'intéressent aux applications de la physique.

5. Évaluation du rendement des élèves

Pour cette unité, au moins 50 pour 100 de la note cumulative des élèves doit se fonder sur les cinq composantes suivantes :

- a) l'application dans les travaux pratiques et la participation à ceux-ci;
- b) la démonstration d'un principe relatif aux fluides;
- c) la manipulation et l'utilisation du matériel de laboratoire servant à l'étude de la transmission de la chaleur;
- d) l'observation et la consignation exacte des données relatives aux expériences sur l'électricité;
- e) les comptes rendus écrits ou oraux sur les mesures et les règles de sécurité.

6. Mesures de sécurité à envisager

- a) On devrait donner aux élèves des directives sur la façon d'utiliser et d'entretenir le matériel de laboratoire.
- b) Il faudrait prévenir les élèves des dangers que présente le travail avec une flamme non protégée et leur donner les directives nécessaires. Les vêtements amples et les cheveux longs devraient être attachés et le matériel de prévention des incendies devrait se trouver à portée de la main.
- c) Les matières inflammables ne devraient pas être exposées à la flamme. On peut utiliser un bécher d'eau chaude pour faire les essais de conductivité de matières telles que le nylon et le polystyrène.
- d) Tous les instruments et machines à courant alternatif devraient être conformes aux normes de sécurité approuvées. La puissance du courant continu devrait être limitée à 12 V. Il faudrait rappeler aux élèves les règles de sécurité en matière d'électricité.
- e) Pour de plus amples renseignements, les enseignants consulteront la section 9 de la 1^{re} partie du programme-cadre.

7. Éléments complémentaires

Certains élèves pourraient :

- a) se rendre chez un concessionnaire d'automobiles pour examiner les dispositifs de sécurité incorporés aux voitures;
- b) étudier les propriétés de la lumière et des couleurs;
- c) expliquer le fonctionnement d'un tourniquet arroseur;
- d) examiner les méthodes de production et de transmission de l'électricité en Ontario;
- e) se documenter sur les effets du carénage et des jupes avant sur le rendement des automobiles modernes et rédiger un rapport sur le sujet;
- f) étudier les thermopompes, les toiles solaires de piscines et les isolateurs.

8. Quelques méthodes d'enseignement

- a) Il est possible que des élèves aient étudié dans d'autres cours certains des sujets traités dans cette unité. Il importe donc de savoir quelles connaissances théoriques fondamentales les élèves possèdent dans les domaines au programme. Les professeurs de sciences et d'études technologiques devraient se concerter pour planifier les sujets et travaux de recherche de façon que cette unité soit intéressante, pertinente et stimulante.
- b) Bon nombre d'activités des élèves comportent plusieurs parties. Au besoin, on peut assigner ces parties à différents groupes d'élèves qui, après avoir accompli leur travail, peuvent en faire la démonstration devant la classe, animer une discussion sur les principes en cause et aborder les applications connexes de même que les incidences sociales.
- c) On peut se servir d'un compte-gouttes comme élément d'immersion dans le ludion. Y mettre le volume d'eau nécessaire pour que la partie en caoutchouc flotte au ras de la surface de l'eau. Le compte-gouttes devrait s'enfoncer lorsqu'on accroît la pression dans le récipient et remonter lorsqu'on la réduit. Expliquer aux élèves que les bateaux, les submersibles et les ballons fonctionnent selon le même principe.
- d) Selon la loi de Bernoulli, la pression exercée par l'écoulement d'un liquide diminue à mesure que la vitesse s'accroît. On peut en faire la démonstration en mettant une paille dans un verre d'eau et en soufflant vers son extrémité avec une seconde paille maintenue à angle droit par rapport à la première, ce qui produit un jet d'eau. Les élèves devraient pouvoir expliquer en termes simples le fonctionnement des siphons et des pompes à eau.

e) On peut fabriquer une plaquette de circuits avec plusieurs lampes. Les élèves peuvent agencer les lampes de diverses façons pour des raisons de commodité et de présentation.

f) Voici des exemples de sujets ou d'unités complémentaires :

Sujets de cette unité	Sujets ou unités complémentaires
L'action de flotter et de s'enfoncer	Les bateaux Le principe d'Archimède
Les pompes et les siphons	Les liquides permettant aux automobiles de fonctionner
La transmission de la chaleur	Le chauffage domestique Les applications de l'irradiation
Le courant électrique	Les circuits domestiques L'éclairage électrique Les appareils électroménagers
L'électromagnétisme	Les moteurs Les générateurs Les transformateurs
La sécurité du travail	La réglementation gouvernementale

Les sons

Durée : environ 20 heures

Au cours de cette unité, les élèves auront l'occasion d'étudier les propriétés des sons. On pourra y aborder les sujets suivants :

- Les vibrations et la production des sons
- La transmission et la vitesse du son
- Les ondes
- Les propriétés du son
- Le bruit et la musique
- Les instruments de musique

1. Objectifs

Choisir au moins la moitié des objectifs cités dans chacune des catégories suivantes.

Attitudes. Les élèves seront amenés :

- a) à respecter autrui lorsqu'ils utilisent des appareils de sonorisation ou des instruments de musique (3d, 4b);
- b) à se préoccuper de la pollution par le bruit et des dangers d'une exposition prolongée aux sons de forte intensité (3d, 4b);
- c) à s'intéresser aux applications du son dans le monde d'aujourd'hui (de 3a à 3c, 4c, 4d).

Aptitudes. Les élèves auront la possibilité d'acquérir des aptitudes grâce auxquelles ils pourront :

- a) manipuler le matériel de laboratoire, notamment un diapason, un pendule, un ressort, un chronomètre ou un sonomètre (2a, 2b, 2e);
- b) tracer un diagramme illustrant le rapport entre l'amplitude et la fréquence des vibrations d'un objet donné (2b);
- c) calculer la période d'une onde transversale (2b);

- d) expliquer de quelle façon les sons, y compris les sons musicaux, sont produits et transmis (2a, 2c, 2h);
- e) noter certaines des propriétés des ondes sonores (2c, 2f, 2g);
- f) employer la méthode servant au calcul de la vitesse du son (2e);
- g) interpréter les données recueillies au cours de l'étude des propriétés du son; ainsi, la hauteur et l'intensité sont déterminées d'après la fréquence et l'amplitude (2a, 2c, 2e);
- h) recueillir des données en consultant divers ouvrages de la bibliothèque, notamment des encyclopédies, des magazines, des journaux et des logiciels (2i).

Connaissances. Les élèves devraient pouvoir :

- a) définir ou employer correctement les termes suivants : vibration transversale, vibration longitudinale, période, fréquence, amplitude, pendule, milieu, musique, bruit, intensité, hauteur et qualité (de 2a à 2d, de 2f à 2h);
- b) citer des sources émettrices de sons et en indiquer la caractéristique commune (2a, 2h);
- c) décrire une expérience démontrant que le son a besoin d'un milieu de transmission pour se propager (2c);
- d) montrer de quelle façon un écho se produit (2e);
- e) expliquer comment se calcule la vitesse du son (2e);
- f) indiquer les différences qui existent entre le bruit et la musique et décrire de quelle façon on peut en faire la démonstration (2f);
- g) citer quatre ou cinq sons pouvant être définis comme de la musique ou comme des bruits et décrire leurs effets sur la santé (2f);
- h) nommer trois méthodes permettant de réduire la nocivité des sons de forte intensité;
- i) décrire les facteurs qui modifient l'intensité, la hauteur et la qualité d'un son (2g);
- j) classer les instruments de musique par groupes et décrire pour chaque groupe la façon dont les sons sont produits.

2. Activités des élèves

Les élèves doivent :

- a) effectuer des expériences pour déterminer de quelle façon sont produits les sons (8a);
- *b) (i) déterminer l'effet de la longueur et de l'amplitude des vibrations ainsi que de la masse sur la fréquence d'un pendule; ou (ii) déterminer l'effet de l'amplitude des vibrations et de la masse sur la fréquence d'un ressort (5a, 8b, 8d);
- c) démontrer que le son ne peut se transmettre que dans un milieu matériel (8c);

- d) étudier quelques-unes des propriétés des ondes transversales et des ondes longitudinales (8d);
- e) expliquer comment se calcule la vitesse du son et étudier les lois de la réflexion du son (échos) (8e, 8f);
- *f) étudier la différence qui existe entre la musique et le bruit et, si possible, montrer les différentes formes d'ondes au moyen d'un oscilloscope (5b, 6, 8g);
- g) (i) déterminer le facteur qui modifie l'intensité (la force) du son; ou (ii) déterminer le facteur qui modifie la hauteur du son; ou (iii) déterminer les facteurs qui modifient la qualité du son (6a, 8g);
- h) examiner les instruments à cordes, à vent et à percussion pour déterminer de quelle façon ils produisent des sons (6a, 8h);
- i) décrire dans un compte rendu oral ou écrit une application de la technique du son à la maison, dans l'industrie ou dans le domaine de la recherche, notamment la musique synthétisée par ordinateur, les chaînes stéréophoniques pour la maison, le sonar, l'exploration pétrolière et gazière, et les ultrasons (5d).

3. Applications

- a) L'intérêt qu'un ou une élève éprouve pour les chaînes stéréophoniques et le mixage des sons peut l'inciter à trouver un emploi à temps plein ou à temps partiel dans ce domaine.
- b) L'acoustique et l'insonorisation sont deux aspects importants de l'industrie du bâtiment.
- c) Parmi les diverses applications des ultrasons, citons les sondes électroniques (écho-sondes), les appareils de diagnostic médical et chirurgical de même que les instruments servant à la vérification des garnitures de freins dans l'industrie automobile.
- d) L'intensité du son se mesure en décibels. Cette mesure nous permet de déterminer si l'intensité du son est proche du seuil de la douleur.

4. Incidences sociales

- a) Un grand nombre de personnes aiment écouter de la musique ou participer à sa production.
- b) Les sons de forte intensité provenant de certains appareils stéréophoniques peuvent causer des dommages permanents à l'appareil auditif.
- c) Il est important de prendre conscience des difficultés éprouvées par les malentendants.
- d) On utilise beaucoup les ondes ultrasonores dans l'industrie et en médecine.

5. Évaluation du rendement des élèves

Pour cette unité, au moins 50 pour 100 de la note cumulative des élèves doit se fonder sur les quatre composantes suivantes :

- a) la réalisation d'expériences pour déterminer les facteurs qui modifient la fréquence ou la période d'un pendule ou d'un ressort;
- b) l'énumération des sources de bruit et de musique et des effets du bruit et de la musique sur la santé;
- c) la capacité de mener les travaux à terme;
- d) la présentation de comptes rendus ou de travaux de recherche sur les utilisations du son dans le monde moderne.

6. Mesures de sécurité à envisager

- a) Il faut manipuler avec précaution le matériel fragile tel que les oscilloscopes et les instruments de musique.
- b) L'équipement électrique devrait être conforme aux normes de sécurité approuvées.
- c) Pour de plus amples renseignements, les enseignants consulteront la section 9 de la 1^{re} partie du programme-cadre.

7. Éléments complémentaires

Certains élèves pourraient :

- a) déterminer les similitudes et les différences qui existent entre la lumière et le son en tant que formes d'énergie;
- b) préparer une expérience pour calculer la vitesse du son à travers des solides et des liquides divers;
- c) étudier de quelle façon le son se transmet du tympan au nerf auditif;
- d) étudier de quelle façon la voix est produite;
- e) fabriquer des instruments de musique en classe;
- f) aller examiner un appareil à échographie dans un hôpital;
- g) se procurer un sonomètre et noter le degré d'intensité des sons produits par diverses sources;
- h) étudier l'oreille humaine ainsi que l'appareil auditif de divers animaux et déterminer comment ils sont adaptés à leur environnement;
- i) se documenter sur les difficultés qu'éprouvent les personnes affligées d'un handicap auditif grave.

8. Quelques méthodes d'enseignement

- a) Les élèves peuvent discuter de l'importance du son dans leur vie. Ils peuvent montrer le rapport existant entre le son et les vibrations en plaçant des pois séchés sur la membrane d'un tambour, en faisant chevaucher des morceaux de papier sur les cordes d'une guitare, en effleurant la membrane d'un haut-parleur pour basses fréquences ou en touchant leur larynx.
- b) La classe pourrait être divisée en groupes lors des activités relatives au pendule et au ressort. L'un des groupes pourrait faire la démonstration pour le reste de la classe. Ne rassembler que des données simples.
- c) Pour montrer qu'un milieu matériel est essentiel à la transmission du son, on doit employer une cloche à vide, une sonnette, une pompe à vide et une source d'alimentation électrique. Les élèves peuvent discuter de la possibilité ou de l'impossibilité d'entendre les sons dans l'espace, dans l'eau et à travers un mur.
- d) En utilisant deux tubes séparés par un écran en carton, les élèves pourraient concevoir une activité pour démontrer que les ondes sonores peuvent être réfléchies. À l'aide de diverses surfaces réfléchissantes telles que du verre, du tissu, un carreau insonorisant et du papier d'aluminium, les élèves peuvent prédire quels matériaux réfléchissent bien les sons et lesquels les réfléchissent mal. Des discussions peuvent porter sur l'importance que revêtent pour l'industrie du bâtiment les matériaux qui réfléchissent les sons, notamment les carreaux insonorisants et d'autres matériaux d'insonorisation.
- e) On peut calculer la vitesse du son sur une section de 100 m du terrain de jeu à l'aide d'un chronomètre, d'un ruban à mesurer et d'un pistolet de départ, ou encore en la mesurant sur une distance de 50 m à partir d'un immeuble (le son fait le trajet aller-retour entre sa source et l'immeuble). En comptant le nombre de secondes séparant un éclair du coup de tonnerre, les élèves peuvent déterminer approximativement la distance à laquelle se produit l'éclair.
- f) L'oscilloscope est pratique lorsqu'on désire illustrer les différences entre les types d'ondes. On peut se servir de roues d'en-grenage munies de dents espacées également et d'autres aux dents inégalement réparties pour montrer les différences qui existent entre les sons produits.
- g) Le département de musique de l'école pourrait fournir un certain nombre d'instruments à percussion (tambour et cymbales), à vent (saxophone et trompette) et à cordes (violon et guitare) qui permettront aux élèves de différencier les types de sons produits. On peut prendre l'exemple du piano pour discuter des instruments qui sont à la fois à cordes et à percussion.

h) Voici des exemples de sujets ou d'unités complémentaires :

Sujets de cette unité	Sujets ou unités complémentaires
Les vibrations et la production des sons	Le corps humain La résonance
La transmission et la vitesse du son	L'acoustique Les écho-sondes Le mur du son L'ultra-acoustique Le téléphone La radio
Les ondes	Les ondes dans l'eau Les ondes lumineuses
Les propriétés du son	Les gammes de fréquence L'échelle des décibels
Le bruit et la musique	La surdité L'isolation L'harmonie
Les instruments de musique	Les orchestres et les groupes La synthèse de la musique par ordinateur

L'hérédité

Durée : environ 20 heures

Les gènes de nos parents ne déterminent pas à eux seuls ce que nous sommes : notre milieu de vie joue également un rôle non négligeable. Grâce à l'étude de la génétique, on peut comprendre comment certains caractères sont transmis. Cette unité permettra aux élèves d'étudier les caractères héréditaires, la généalogie, les lois de la génétique et quelques maladies héréditaires chez les humains.

Cette unité peut comporter les sujets suivants :

- La génétique mendélienne
- La reproduction chez l'être humain
- La génétique humaine
- Le code génétique
- La génétique et l'environnement

1. Objectifs

Choisir au moins la moitié des objectifs cités dans chacune des catégories suivantes.

Attitudes. Les élèves seront amenés :

- a) à se rendre compte de la diversité des caractéristiques humaines (3a);
- b) à s'intéresser aux anomalies génétiques transmissibles aux descendants (3b, 3d, 4b, 4c);
- c) à s'engager à respecter les autres (4c);
- d) à être conscients du fait que l'environnement et les caractères héréditaires ont une influence sur l'apparence d'une personne;
- e) à faire preuve d'ouverture d'esprit face aux modifications génétiques pouvant favoriser un individu ou une espèce ou lui nuire (3b, 3d, 4a, 4b);

- f) à s'engager à améliorer la qualité de leur vie en connaissant mieux leur hérédité et leur milieu (3a, 3b, 4a, 4b).

Aptitudes. Les élèves auront la possibilité d'acquérir des aptitudes grâce auxquelles ils pourront :

- a) établir et interpréter la généalogie d'un trait (2a, 2b);
- b) se servir d'un échiquier de Punnett pour déterminer le génotype et le phénotype des descendants relativement à un trait (2c, 2f);
- c) à partir de preuves acceptables, déterminer si un caractère est héréditaire ou non (2b, 2c);
- d) observer des spermatozoïdes et des ovules au microscope (2d).

Connaissances. Les élèves devraient pouvoir :

- a) définir ou illustrer les termes suivants : caractère, dominant, récessif, chromosome, gène, gamète et zygote (2a, 2c);
- b) à partir de données appropriées, indiquer le nombre de chromosomes contenus dans les cellules somatiques normales et dans les gamètes d'une personne (2e);
- c) donner des exemples d'hérédité en établissant un échiquier de Punnett ou un tableau généalogique à partir de caractéristiques particulières aux humains (2b, 2c);
- d) nommer au moins deux caractéristiques héréditaires chez les humains et les formes dominante et récessive de chacune d'elles (de 2a à 2c);
- e) décrire la structure et la fonction des différents organes des appareils reproducteurs de l'homme et de la femme (2d);
- f) se rappeler que le code génétique constitue le fondement de l'hérédité (2e);
- g) expliquer comment le sexe est déterminé chez l'être humain (2e);
- h) connaître trois anomalies génétiques et chromosomiques comme le syndrome de Down, l'anémie à hématies falciformes, l'hémophilie, la maladie de Tay-Sachs et la dystrophie musculaire progressive (2a, 2e, 2i);
- i) connaître la différence entre les faux et les vrais jumeaux (2i);
- j) dresser une liste de facteurs environnementaux pouvant causer des mutations (2i).

2. Activités des élèves

Les élèves doivent :

- *a) observer et classer au moins deux caractéristiques qui sont déterminées génétiquement, comme la capacité de rouler la langue, l'attache du lobe de l'oreille, la forme du pouce et sa position lors d'une poignée de main (5a, 8a);
- b) faire des recherches et préparer un tableau généalogique montrant la continuité d'un caractère au sein d'une famille (5c, 8b);

- c) tracer un échiquier de Punnett afin d'expliquer les modèles de transmission d'au moins deux caractéristiques chez l'être humain (5c, 8c);
- *d) examiner des lames préparées de spermatozoïdes et d'ovules (5b, 8f);
- e) à l'aide de photographies de caryotypes humains, déterminer le nombre de chromosomes et le sexe d'au moins trois individus (8d);
- f) observer le fonctionnement de la loi des probabilités en jouant à pile ou face et en tirer des conclusions relativement aux hybrides (8c);
- g) étudier l'hérédité des groupes sanguins chez l'être humain (8c);
- h) utiliser des modèles ou procéder à la dissection de spécimens conservés, comme des rats et des fœtus de porc, pour examiner l'appareil reproducteur d'un mammifère (6a, 6b, 8f);
- i) aller au centre de documentation de l'école ou dans une bibliothèque de la localité et rédiger un travail de recherche sur l'un des sujets suivants : une anomalie génétique ou chromosomique, des facteurs environnementaux pouvant causer des mutations (des produits chimiques ou des radiations, etc.) ou ce qui distingue les vrais jumeaux des faux (8g, 8h).

3. Applications

- a) Il est possible de prédire certaines caractéristiques de la progéniture humaine au moyen de la généalogie et des techniques modernes.
- b) Les techniques des ultrasons et de l'amniocentèse peuvent servir au dépistage de certaines maladies ou anomalies avant la naissance; grâce à ces progrès techniques, on peut donner aux parents des conseils en matière de génétique.
- c) La manipulation génétique constitue un nouveau moyen utilisé dans la fabrication de certains produits chimiques importants.
- d) Grâce au contrôle génétique des insectes nuisibles et des maladies des plantes, il se peut que l'on ait moins besoin d'utiliser des pesticides et des engrains chimiques.

4. Incidences sociales

- a) Des techniques comme l'amniocentèse servent au dépistage des anomalies chromosomiques du fœtus.
- b) La drogue, l'alcool, les agents mutagènes en suspension dans l'air et les maladies transmises sexuellement peuvent nuire au fœtus.
- c) L'ensemble de la société doit prendre en charge les personnes souffrant d'anomalies génétiques.

5. Évaluation du rendement des élèves

Pour cette unité, au moins 50 pour 100 de la note cumulative des élèves doit se fonder sur les quatre composantes suivantes :

- a) le travail en groupe lors de la classification de certaines caractéristiques de l'être humain;
- b) l'observation de spermatozoïdes et d'ovules au microscope;
- c) la réalisation des travaux demandés, dont ceux qui portent sur les généalogies et les échiquiers de Punnett;
- d) la capacité de reconnaître les organes de l'appareil reproducteur de l'être humain sur des photographies ou des schémas.

6. Mesures de sécurité à envisager

- a) Les élèves devraient porter des lunettes et des gants de protection lors des dissections.
- b) Les élèves doivent laver leurs mains immédiatement après avoir touché des spécimens.
- c) Pour de plus amples renseignements, les enseignants consulteront la section 9 de la 1^{re} partie du programme-cadre.

7. Éléments complémentaires

Certains élèves pourraient :

- a) faire des recherches sur l'origine et l'utilisation des symboles désignant les individus mâles et les individus femelles;
- b) construire des modèles simples de l'ADN, de l'ARN et du code génétique;
- c) visiter le service d'échographies d'un centre hospitalier de la localité.

8. Quelques méthodes d'enseignement

- a) La couleur des cheveux, celle des yeux et celle de la peau ne sont pas des caractères héréditaires transmis séparément. Il est très facile de regrouper les élèves selon l'attache du lobe de l'oreille, la capacité de rouler la langue, la forme du pouce ou sa position lors d'une poignée de main. Il faut se rappeler que le caractère dominant n'est pas forcément la forme la plus courante du gène.
- b) On peut établir des feuilles de relevé pour étudier les caractères familiaux et préparer des arbres généalogiques. Bien que cette activité constitue un bon travail de recherche et puisse être suivie d'un compte rendu écrit ou oral, elle ne devrait pas être obligatoire. Pour les élèves adoptés ou vivant au sein d'une

famille monoparentale, on peut remplacer l'étude de la généalogie de leur famille par celle de la généalogie d'une famille célèbre (sujet possible : les familles royales d'Europe et l'hémophilie).

- c) Jouer à pile ou face pour illustrer la probabilité de rapports de 3 à 1. On peut mentionner l'hérédité liée au sexe (daltonisme, calvitie, hémophilie) et la dominance incomplète (groupes sanguins). Les élèves connaissent peut-être déjà leur groupe sanguin.
- d) On peut se procurer des caryotypes auprès d'un centre hospitalier de la localité ou d'éditeurs. Discuter de la détermination du sexe au moyen d'un échiquier de Punnett et du caryotype.
- e) On se contentera de mentionner la conservation du nombre de chromosomes et le code génétique sans entrer dans les détails. On ne devrait se servir de ces éléments que pour expliquer aux élèves comment les chromosomes peuvent transmettre les caractères héréditaires d'une génération à l'autre.
- f) Il serait bon de passer soigneusement en revue les techniques d'examen au microscope et de dissection avant de procéder à ces activités. Le nombre de dissections, si les élèves en font, devrait être le plus limité possible.
- g) Les élèves sont très préoccupés par les anomalies génétiques et chromosomiques. On peut discuter du syndrome de Down et de son lien avec l'âge de la mère et mentionner les maladies qui s'attaquent particulièrement à certaines races, comme la maladie de Tay-Sachs et l'anémie à hématies falciformes. Les tests que l'on peut faire subir aux nouveau-nés (pour déceler la phénylcétonurie) sont un droit reconnu par la loi, et cette importante question pourrait faire l'objet de discussions intéressantes.
- h) La classe devrait discuter des effets de la drogue et de l'alcool sur le fœtus. Les agents mutagènes en suspension dans l'air constituent un sujet intéressant pouvant servir d'introduction à la question des effets de l'environnement sur l'être humain.
- i) Voici des exemples de sujets ou d'unités complémentaires :

Sujets de cette unité	Sujets ou unités complémentaires
La génétique mendélienne	La génétique végétale La génétique animale
La reproduction chez l'être humain.	La méiose et la mitose L'embryologie
La génétique humaine.	La biologie humaine
Le code génétique	La manipulation génétique
La génétique et l'environnement	Les dangers posés par l'environnement

Un monde en évolution

Durée : environ 20 heures

L'environnement abrite des êtres vivants et des objets inanimés qui coexistent dans un équilibre fragile. Toute planification à long terme exige que l'on comprenne les interactions qui se produisent dans l'environnement. Pour améliorer la qualité de la vie, les êtres humains prennent des décisions qui ont des répercussions sur l'environnement (amélioration des cultures agricoles, programmes de vaccination, codes de densité de construction). Dans cette unité, les élèves apprendront à trouver les renseignements dont ils ont besoin et tenteront de prendre des décisions rationnelles concernant les changements à apporter à l'environnement.

Cette unité peut comporter les sujets suivants :

- Le flux de l'énergie
- Les chaînes et les réseaux alimentaires
- La dynamique des populations
- Les questions environnementales

1. Objectifs

Choisir au moins la moitié des objectifs cités dans chacune des catégories suivantes.

Attitudes. Les élèves seront amenés :

- a) à se soucier de la qualité de l'environnement;
- b) à prendre conscience de l'apport et des limites de la science en matière de problèmes environnementaux (4a, 8e);
- c) à remettre en question les pratiques actuellement considérées comme acceptables (de 3a à 3d, 4c);
- d) à faire preuve d'esprit critique face aux progrès de la science et de la technique sur le plan de l'élimination des risques environnementaux (de 3a à 3d, 8e).

Aptitudes. Les élèves auront la possibilité d'acquérir des aptitudes grâce auxquelles ils pourront :

- a) noter leurs observations de façon ordonnée;
- b) effectuer des interpolations et des extrapolations logiques à partir de données expérimentales (de 2a à 2f);
- c) réaliser, selon les méthodes établies, des expériences leur permettant d'étudier un problème environnemental (de 2a à 2c);
- d) interpréter des courbes de populations d'espèces animales;
- e) interpréter des statistiques et des faits fournis par les gouvernements et les médias (2e).

Connaissances. Les élèves devraient pouvoir :

- a) décrire le cycle du carbone ou de l'azote dans l'environnement (2b);
- b) employer correctement le terme *chaîne alimentaire* et donner un exemple de chaîne alimentaire mettant en cause le soleil et au moins deux organismes (2a);
- c) employer correctement le terme *réseau alimentaire* et donner un exemple de réseau alimentaire mettant en cause le soleil et au moins quatre organismes (2a);
- d) employer correctement le terme *pyramide énergétique* et donner un exemple de pyramide énergétique comportant au moins trois organismes différents;
- e) décrire le contexte d'un problème environnemental donné (2e);
- f) énoncer des moyens de résoudre ce problème environnemental (2e);
- g) décrire l'évolution des populations de loups et de cerfs, ou de loups-cerviers et de lièvres, après avoir consulté les courbes de populations correspondantes.

2. Activités des élèves

Les élèves doivent :

- *a) réaliser une étude d'une durée de quatre semaines sur les algues et les daphnies dans un écosystème fermé; décrire la chaîne alimentaire et noter les résultats obtenus après avoir ajouté un peu d'engrais au système (5b, 6);
- b) (i) effectuer une expérience pour étudier les effets de l'acide sulfurique dilué, de l'ammoniaque diluée, de l'hydrate de sodium dilué, d'un détergent et d'une matière organique (l'humus) sur l'écosystème fermé d'un étang; ou (ii) effectuer des expériences pour illustrer l'effet de serre, en se servant de plusieurs grands bocaux, d'un générateur de gaz carbonique, de poussière de charbon de bois et de thermomètres (5a, 6);

*Voir la sous-section intitulée «Activités des élèves», page 6.

- c) effectuer des expériences pour déterminer la quantité d'oxygène dissous, de gaz carbonique, d'ammoniaque et de nitrates dans un étang, un lac ou une rivière de la région ainsi que le pH de ces derniers (5a, 6);
- d) observer une démonstration de la radioactivité à l'intérieur d'une chambre de Wilson;
- *e) effectuer une recherche documentaire sur un problème environnemental et préparer un compte rendu oral ou écrit (5c, 8b).

3. Applications

- a) La destruction possible de la couche d'ozone de l'atmosphère par des polluants est source d'inquiétude.
- b) L'élimination sécuritaire des déchets industriels et nucléaires constitue l'un des problèmes environnementaux actuels.
- c) Grâce aux dispositifs modernes de lutte contre la pollution, on a pu réduire les émanations des cheminées d'usines et des automobiles.
- d) Les études sur la dynamique des populations ont eu pour résultat une meilleure gestion de la flore et de la faune des parcs et des réserves naturelles.

4. Incidences sociales

- a) Tous les secteurs de la société doivent collaborer afin de diminuer le danger que présentent les émanations de produits chimiques dans l'environnement.
- b) La recherche continue de nouvelles méthodes de production alimentaire pourrait contribuer à une réduction de la faim dans le monde.
- c) Les produits chimiques comme le mirex, la dioxine et les métaux lourds sont transmis d'un niveau à l'autre de la chaîne alimentaire et peuvent finalement être consommés par les êtres humains.

5. Évaluation du rendement des élèves

Pour cette unité, au moins 50 pour 100 de la note cumulative des élèves doit se fonder sur les trois composantes suivantes :

- a) la participation active à la préparation et à la présentation des résultats de recherches en laboratoire;
- b) les notes et la présentation d'un compte rendu sur les chaînes et les réseaux alimentaires;
- c) la communication orale ou écrite avec l'enseignant ou l'enseignante et les autres élèves, de préférence sur un problème environnemental.

*Voir la sous-section intitulée «Activités des élèves», page 6.

6. Mesures de sécurité à envisager

- a) Les produits chimiques devraient être manipulés avec précaution.
- b) On devrait utiliser des acides et des bases faibles.
- c) Pour de plus amples renseignements, les enseignants consulteront la section 9 de la 1^{re} partie du programme-cadre.

7. Éléments complémentaires

Certains élèves pourraient :

- a) inviter des fonctionnaires municipaux, provinciaux ou fédéraux à venir discuter en classe de questions environnementales;
- b) se rendre dans des usines afin d'y étudier la gestion des déchets;
- c) faire des recherches sur les méthodes d'élimination des déchets dans leur collectivité;
- d) étudier les effets de la pollution atmosphérique sur la santé.

8. Quelques méthodes d'enseignement

- a) Cette unité peut être axée sur l'étude d'une question environnementale particulière. Les enseignants devraient prendre le temps de former des groupes et d'assigner à chacun d'eux des tâches précises aux objectifs réalisables.
- b) On peut organiser des discussions sur des sujets touchant l'environnement afin de connaître les principaux intérêts des élèves.
- c) De nombreux jeux de simulation vendus dans le commerce et traitant de sujets proposés dans la présente unité peuvent être utilisés en classe.
- d) Cette unité peut être organisée de façon multidisciplinaire. Au cours des discussions, on peut aborder le rôle d'autres matières du programme scolaire comme le français, les sciences familiales et les sciences sociales.
- e) Voici des exemples de sujets ou d'unités complémentaires :

Sujets de cette unité	Sujets ou unités complémentaires
Le flux de l'énergie	L'effet de serre
Les chaînes et les réseaux alimentaires.	La limnologie
La dynamique des populations	La production alimentaire
Les questions environnementales.	L'élimination des déchets dangereux
	Les précipitations acides

La photographie

Durée : environ 20 heures

La photographie, un passe-temps des plus enrichissants, peut aussi déboucher sur des emplois. On peut se servir d'un appareil photo ou d'une caméra à des fins récréatives, pour conserver des souvenirs et réaliser des films; à des fins commerciales, dans les domaines de la publicité et de l'information; à des fins professionnelles, dans le domaine des arts, des enquêtes policières, de la recherche scientifique et de la photographie aérienne; et dans bien d'autres domaines également. Les activités de cette unité permettront aux élèves de comprendre l'agencement et le fonctionnement d'un appareil photo, de développer de la pellicule, d'étudier l'œil en tant qu'appareil photographique du corps humain et de faire le lien entre la photographie, d'une part, et le monde du travail et les activités de loisir, d'autre part.

Cette unité peut comporter les sujets suivants :

- Les papiers photosensibles
- Le sténoscope
- L'appareil photo simple
- Le développement de la pellicule
- L'œil, cet appareil photographique

1. Objectifs

Choisir au moins la moitié des objectifs cités dans chacune des catégories suivantes.

Attitudes. Les élèves seront amenés :

- a) à constater qu'il est possible de manipuler de façon sécuritaire des produits chimiques pouvant être toxiques et irritants si l'on prend certaines précautions (de 3a à 3d);
- b) à s'entraider lorsqu'ils travaillent en groupe;

- c) à prendre conscience qu'il importe de ne pas gaspiller les produits coûteux pouvant être réutilisés (4c);
- d) à s'intéresser aux divers rôles joués par la photographie dans notre société (4d);
- e) à bien comprendre l'importance de l'œil en tant qu'organe sensoriel du corps humain.

Aptitudes. Les élèves auront la possibilité d'acquérir des aptitudes grâce auxquelles ils pourront :

- a) exposer à la lumière des matières photosensibles et en régler le temps d'exposition (de 2a à 2c, 2e);
- b) appliquer les techniques propres au tirage d'épreuves, à la manipulation de papiers exposés et au chronométrage des étapes du développement afin d'obtenir le contraste voulu (2e);
- c) tracer avec précision des diagrammes de rayonnement pour illustrer comment une lentille forme une image (2d);
- d) régler l'exposition à l'aide d'un sténoscope afin de produire une image ou un négatif satisfaisants (2e);
- e) prendre une photographie à l'aide d'un appareil photo (2f);
- f) faire des copies par contact négatives d'objets opaques et translucides et faire des négatifs en noir et blanc (2d).

Connaissances. Les élèves devraient pouvoir :

- a) démontrer que l'exposition à la lumière provoque la transformation chimique des composés d'argent, entraînant la formation de grains d'argent minuscules et multicolores qui produisent l'image photographique (2a, 2b);
- b) montrer que la pellicule noir et blanc et le papier photographique contiennent une mince couche de composés d'argent photosensibles (2b);
- c) énumérer les étapes de la préparation d'une épreuve, notamment l'exposition à la lumière, le bain révélateur, le bain d'arrêt, le bain de fixage et le rinçage (2e);
- d) expliquer que le révélateur accélère la transformation en argent des composés d'argent exposés à la lumière (2b, 2c);
- e) expliquer que la production de grains d'argent par le révélateur prend fin dans le bain d'arrêt (2b, 2c);
- f) expliquer que le fixage élimine les composés d'argent non exposés à la lumière en les dissolvant dans l'eau (2b, 2c);
- g) établir le fait que la lumière se déplace de façon rectiligne (2d);
- h) expliquer qu'un faisceau lumineux est composé de nombreux rayons qui peuvent se combiner pour former une image (2d);
- i) expliquer à l'aide d'un diagramme pourquoi le sténoscope produit une image inversée (2d);
- j) à l'aide d'un schéma, nommer les différentes parties d'un appareil photo simple et indiquer leur fonction : l'obturateur, le déclencheur d'obturateur, le viseur, l'objectif et son ouverture ainsi que le mécanisme d'avancement de la pellicule, entre autres (2f);

- k) nommer les principales parties de l'œil humain et comparer le rôle de chacune d'elles avec celui de la partie correspondante d'un appareil photo (2g).

2. Activités des élèves

Les élèves doivent :

- a) préparer un photocalque et un schéma d'ombre en utilisant divers objets (6a, 6c, 6d, 8a, 8b);
- b) préparer des papiers photosensibles à l'aide de différents composés d'argent et comparer leur réaction à la lumière du soleil, avec et sans développement (de 6b à 6d, de 8a à 8f);
- *c) (i) prendre des photographies d'objets de densité optique différente; ou (ii) faire une copie par contact à partir d'une photographie ou d'un négatif (5a, 5b, de 6b à 6d, 8h, 8i);
- *d) (i) construire un sténoscope et l'utiliser pour étudier la formation d'une image sur l'écran; ou (ii) réaliser une expérience montrant comment la lumière provenant d'un objet traverse une double lentille convexe et produit une image inversée, et illustrer ce phénomène au moyen d'un diagramme de rayonnement (5c, 5d, 8g, 8i);
- e) prendre une photographie à l'aide d'un sténoscope ou d'un appareil photo acheté dans le commerce et la développer (5e, de 6b à 6d, 8g, 8h);
- f) (i) nommer les différentes parties d'un appareil photo simple et en décrire le rôle; ou (ii) prendre une série de photographies afin d'illustrer les effets d'un réglage correct ou incorrect (8i);
- g) disséquer un œil de vache et repérer le cristallin, la rétine, la cornée et la pupille (6e).

3. Applications

- a) On utilise très souvent le procédé par photocalque (bleus) pour la reproduction des plans d'architectes et d'ingénieurs.
- b) La technique de la photographie est utilisée couramment dans l'industrie de l'imprimerie.
- c) Les photocopieurs font appel à divers principes scientifiques.
- d) Les caméras vidéo sont des applications modernes de la photographie.
- e) Grâce aux appareils photo modernes, il est possible de photographier des objets dans toutes sortes d'environnements et de conditions (par exemple, en microphotographie ou en astronomie).

4. Incidences sociales

- a) Les réactions photochimiques contribuent à la formation du smog qui s'est avéré nocif dans des villes comme Los Angeles.

- b) Les composés d'argent photosensibles ont permis la mise au point d'une grande variété de produits utiles comme les photocopieurs, les lunettes de soleil photochromiques et les cellules photoélectriques.
- c) La pénurie mondiale d'argent a amené l'industrie photographique à récupérer de 60 à 80 pour 100 de l'argent éliminé lors du développement.
- d) Les progrès de la photographie ont apporté une contribution inestimable à la documentation historique tout en élargissant notre vision du monde.
- e) Pour beaucoup de gens, la photographie constitue un passe-temps agréable; pour certains, c'est un gagne-pain.

5. Évaluation du rendement des élèves

Pour cette unité, au moins 50 pour cent de la note cumulative des élèves doit se fonder sur les cinq composantes suivantes :

- a) la prise de photographies;
- b) la réalisation d'épreuves;
- c) la formation d'une image au moyen d'un sténoscope ou d'un appareil à lentille convergente;
- d) le dessin de diagrammes de rayonnement précis;
- e) la réalisation d'épreuves positives à partir de négatifs.

6. Mesures de sécurité à envisager

- a) Le ferricyanure de potassium étant toxique, il faut prendre un certain nombre de précautions lorsqu'on l'utilise.
- b) De nombreux composés utilisés en photographie (le nitrate d'argent, par exemple) peuvent laisser des traces sur la peau et les vêtements. Rincer immédiatement les taches d'argent avec du thiosulfate de sodium, puis laver à l'eau et au savon.
- c) On devrait prévenir les élèves qu'un grand nombre de produits chimiques utilisés en photographie peuvent provoquer des irritations de la peau, des yeux ou de la bouche, et leur demander d'en faire part à l'enseignant ou à l'enseignante si de telles réactions se produisent.
- d) Les élèves devraient porter des gants de caoutchouc ou de plastique pour manipuler les produits chimiques nécessaires au développement des photographies et à la production des photocalques.
- e) Les élèves devraient porter des gants de caoutchouc ou de plastique pour manipuler des spécimens conservés.
- f) Pour de plus amples renseignements, les enseignants consulteront la section 9 de la 1^{re} partie du programme-cadre.

7. Éléments complémentaires

Certains élèves pourraient :

- a) préparer des photocalques à partir de dessins au trait;
- b) réaliser une expérience pour illustrer le rôle du fixage sur l'halogénure d'argent exposé ou non;
- c) préparer des grilles d'essai pour déterminer les meilleurs temps d'exposition des photocalques, des photographes et des copies par contact;
- d) réaliser des photographes à partir de choses de la nature comme des ailes d'insectes, des parties de fleurs ou des charpentes de feuilles et en faire un collage;
- e) construire un sténoscope à l'aide d'une cartouche de pellicule 126;
- f) mener une expérience pour déterminer les effets du temps d'exposition, de la taille de l'orifice et de la présence de plusieurs orifices sur la qualité de l'image;
- g) apporter des appareils photo en classe pour en montrer le fonctionnement; apporter aussi des photographies illustrant différentes techniques photographiques;
- h) inviter un ou une photographe à venir montrer à la classe des exemples de son travail, à parler de son matériel ou à faire la démonstration du procédé de développement;
- i) effectuer des recherches sur les méthodes employées pour corriger la presbytie et la myopie.

8. Quelques méthodes d'enseignement

- a) Utiliser des travaux réalisés par les élèves pour stimuler leur intérêt et leur donner confiance en eux au début de chaque activité.
- b) On peut fabriquer du papier à photocalque en imprégnant du papier à dessin d'une solution composée de 5 volumes de citrate d'ammonium ferreux (III) et de 2 volumes de ferricyanure de potassium dilués dans 25 volumes d'eau; laisser sécher à l'abri de la lumière.
- c) On peut inciter les élèves à mettre leurs idées en commun pour surmonter une difficulté ou à trouver des façons ingénieruses pour régler un problème; par exemple, on peut obscurcir une pièce en obstruant les fenêtres avec des couvertures ignifuges.
- d) Il est possible d'emprunter du matériel comme des plateaux et des lampes de laboratoire à des personnes qui pratiquent la photographie comme passe-temps.
- e) Des bacs de jardinage (sans trous de drainage) peuvent servir de cuvettes pour les bains de développement.
- f) Inciter les élèves à réutiliser les solutions en les conservant dans des flacons en verre ambré.

- g) On peut inciter les élèves à trouver des objets (boîtes à chaussettes, contenants à jus de fruit en fer-blanc ou boîtes de carton) pouvant être transformés en sténoscopes.
- h) Des discussions pourraient porter sur l'utilisation de différentes sources de lumière. Les élèves obtiendront de meilleurs résultats s'ils exposent leurs photographes et leurs copies par contact à la lumière du soleil ou à un éclairage vertical, et s'ils prennent des photographies à l'extérieur.
- i) L'exposition des travaux dans des vitrines ou sur des tableaux d'affichage encourage les élèves à bien travailler et les récompense de leurs efforts.
- j) Voici des exemples de sujets ou d'unités complémentaires :

Sujets de cette unité	Sujets ou unités complémentaires
Les papiers photosensibles	La lumière et la couleur
Le sténoscope	L'optique
L'appareil photo simple	La microphotographie
Le développement de la pellicule	Les réactions chimiques L'art de la photographie La photographie dans le monde du travail
L'œil, cet appareil photographique	La biologie humaine Les yeux des animaux

Unité facultative n° 6

Unités élaborées à l'échelon local

Durée : environ 20 heures

On reprendra pour ces unités (12^e année, niveau fondamental) l'unité facultative n° 6, «Unités élaborées à l'échelon local», présentée en 9^e année au niveau fondamental. On choisira bien entendu des sujets différents pour chaque année.



Annexes

Annexes

- A. Codes des cours de sciences
- B. Table des matières de la 1^{re} partie du programme-cadre

Codes des cours de sciences

Voici les codes des cours de sciences du palier secondaire autorisés en vertu de ce document.

Sciences, 9 ^e année, niveau fondamental	SNC1F
Sciences, 9 ^e année, niveau général	SNC1G
Sciences, 9 ^e année, niveau avancé	SNC1A
Sciences, 10 ^e année, niveau fondamental	SNC2F
Sciences de l'environnement, 10 ^e année, niveau général ..	SEN2G
Sciences, 10 ^e année, niveau général	SNC2G
Sciences de l'environnement, 10 ^e année, niveau avancé ..	SEN2A
Sciences, 10 ^e année, niveau avancé	SNC2A
Sciences, 11 ^e année, niveau fondamental	SNC3F
Biologie appliquée, 11 ^e année, niveau général	SBA3G
Chimie appliquée, 11 ^e année, niveau général	SCA3G
Sciences de l'environnement, 11 ^e année, niveau général ..	SEN3G
Biologie, 11 ^e année, niveau avancé	SBI3A
Chimie, 11 ^e année, niveau avancé	SCH3A
Sciences, 12 ^e année, niveau fondamental	SNC4F
Sciences de l'environnement, 12 ^e année, niveau général ..	SEN4G
Géologie, 12 ^e année, niveau général	SGE4G
Physique appliquée, 12 ^e année, niveau général	SPA4G
Sciences de l'environnement, 12 ^e année, niveau avancé ..	SEN4A
Géologie, 12 ^e année, niveau avancé	SGE4A
Physique, 12 ^e année, niveau avancé	SPH4A
Sciences de la technologie, 12 ^e année, niveau général ..	STE4G
Biologie, CPO.....	SBI0A
Chimie, CPO.....	SCH0A
Physique, CPO.....	SPH0A
Les sciences dans la société, CPO	SSO0A

Interprétation des codes des cours de sciences :

- La première lettre du code d'un cours de sciences est toujours **S**.
- Les cours intitulés «Sciences» sont désignés par **SNC**.
- Si le cours porte un titre autre que «Sciences», le code **S** est suivi des deux premières lettres du titre (par exemple, **SBI** signifie «Sciences, Biologie» ou simplement «Biologie»; **SEN** signifie «Sciences de l'environnement»).
- Si le titre du cours comprend deux mots autres que «Sciences», le code **S** est suivi de la première lettre de chacun de ces mots (par exemple, **SCA** signifie «Sciences, Chimie appliquée» ou simplement «Chimie appliquée»).
- Le quatrième élément du code (**1, 2, 3, 4** ou **0**) désigne l'année d'études, soit la 9^e, 10^e, 11^e ou 12^e année, ou les CPO, respectivement.
- Le cinquième élément du code désigne le niveau de difficulté : **F** (fondamental), **G** (général) ou **A** (avancé).

Pour de plus amples renseignements sur les codes des cours, consulter le *Guide du système uniforme de codage des cours* (Toronto, ministère de l'Éducation, 1986).

Annexe B

Table des matières de la 1^{re} partie du programme-cadre

- | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Préface
Introduction
Les parties du programme-cadre
Cours fondés sur le programme-cadre
Programmes-cadres périmés | 5.6 Intégration et appellation des cours de sciences à l'échelon local
5.7 La politique générale applicable aux cours de sciences |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
-
- A : Buts et objectifs**
- 1. Valeur et but de l'enseignement des sciences
 - 2. Les buts de l'éducation et le rôle des sciences
 - 3. Les buts du programme de sciences
 - 3.1 Les buts
 - 3.2 La nature des sciences
 - 3.3 Une culture scientifique générale
 - 3.4 Intégration des buts et du contenu
-
- B : Le cadre du programme de sciences**
- 4. Cours de sciences
 - 4.1 Le fil directeur à suivre en sciences, du jardin d'enfants aux CPO
 - 4.2 Niveaux de difficulté : fondamental, général et avancé
 - 4.3 Cours de sciences et crédits
 - 4.4 Unités d'étude de chaque cours
 - 4.5 Recommandations quant au choix des cours de sciences
 - 5. Politique d'enseignement
 - 5.1 Contenu et méthodes
 - 5.2 Composantes de chaque unité d'étude
 - 5.3 Considérations pédagogiques pour chaque unité
 - 5.4 Nombre d'heures allouées à chaque unité
 - 5.5 Élaboration d'unités à l'échelon local
-
- C : Quelques traits particuliers du programme de sciences**
- 6. En ce qui concerne les élèves
 - 6.1 Sciences : le profil de l'élève modèle
 - 6.2 Adapter le programme aux élèves en difficulté
 - 6.3 Enseignement individualisé
 - 6.4 Préparation à la vie
 - 6.5 Préparation à la vie professionnelle
 - 6.6 Égalité des sexes
 - 6.7 Multiculturalisme
 - 7. Le langage et les sciences
 - 7.1 Compétences linguistiques
 - 7.2 Travaux écrits et évaluation
 - 7.3 Terminologie anglaise dans les cours d'immersion en français
 - 7.4 Élèves immigrants
 - 8. Mesures
 - 8.1 Estimations
 - 8.2 Système international d'unités et grandeurs physiques
 - 8.3 Exactitude et précision
 - 8.4 Présentation des problèmes
 - 9. La sécurité
 - 9.1 La sécurité dans le laboratoire
 - 9.2 Mesures de sécurité recommandées
 - 9.3 Soins aux animaux pendant les cours de sciences
 - 9.4 Manipulation des plantes : règles de sécurité

10. Les valeurs et le programme de sciences
 - 10.1 Les sciences et l'acquisition des valeurs
 - 10.2 Questions épineuses et controversées

D : Mise en œuvre du programme de sciences

11. Planification du programme et perfectionnement du personnel
 - 11.1 Élaboration des politiques du conseil scolaire
 - 11.2 Planification du programme de sciences par l'école
 - 11.3 Planification des cours par les enseignants
 - 11.4 Documents d'appui du conseil scolaire
 - 11.5 Perfectionnement du personnel
12. Ressources
 - 12.1 Laboratoires et matériel
 - 12.2 Centres de ressources
 - 12.3 Manuels et matériel d'apprentissage
 - 12.4 Calculatrices
 - 12.5 Ordinateurs
 - 12.6 Les milieux scientifiques
13. Modes de prestation des cours de sciences
 - 13.1 Classes à deux niveaux et à années multiples
 - 13.2 Éducation coopérative
 - 13.3 Cours regroupés
 - 13.4 Éducation des adultes
 - 13.5 Centre d'études indépendantes
 - 13.6 Écoles spécialisées
14. Évaluation
 - 14.1 Évaluation de la mise en œuvre du programme de sciences
 - 14.2 Évaluation du rendement des élèves
 - 14.3 Auto-évaluation des enseignants
 - 14.4 Évaluation du programme

Annexes

- A. Codes des cours de sciences
- B. Grandeur physiques
- C. Principes d'écriture des unités SI
- D. Plantes vénéneuses
- E. Quelques types d'instruments de la BIMO et domaines d'apprentissage

Min Gu Ontario. Ministère de
507. l'éducation.
10713 Sciences : programme-
059sc cadre, cycles
nt 6 intermédiaire et

French

89-025

© Imprimeur de la Reine pour l'Ontario, 1987

ISBN 0-7729-6139-5